

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1959

THÈSE

636

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ÉTAT

PAR

PONCELET Raymond
né le 6 Août 1925 à PARIS (15^e)

Présentée et soutenue publiquement le :

SECURITE ET HYGIENE
A BORD DES VOITURES DE CHEMINS DE FER

Président : M. J. BOYER, Professeur

ÉDITIONS A. G. E. M. P. — 8, RUE DANTE - PARIS-V

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Nom du candidat : PONCELET

Prénom : Raymond

Date de soutenance :

N° d'ordre :



1

PONCELET Raymond
Sécurité et hygiène à bord des
voitures de chemins de fer
Paris Dact. in 4° 94 Pages
Thèse Méd. PARIS. 1959
N°
Ed. A.G.E.M.P.

2

PONCELET Raymond
Sécurité et hygiène à bord des
voitures de chemins de fer
Paris Dact. in 4° 94 Pages
Thèse Méd. PARIS. 1959
N°
Ed. A.G.E.M.P.

3

PONCELET Raymond
Sécurité et hygiène à bord des
voitures de chemins de fer
Paris Dact. in 4° 94 Pages
Thèse Méd. PARIS. 1959
N°
Ed. A.G.E.M.P.

3

PONCELET Raymond
Sécurité et hygiène à bord des
voitures de chemins de fer
Paris Dact. in 4° 94 Pages
Thèse Méd. PARIS. 1959
N°
Ed. A.G.E.M.P.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547108_0029

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

THÈSE

Année 1959

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ÉTAT

PAR

PONCELET Raymond

né le 6 Août 1925 à PARIS (15°)

Présentée et soutenue publiquement le :

SECURITE ET HYGIENE

A BORD DES VOITURES DE CHEMINS DE FER

Président : M. J. BOYER, Professeur

ÉDITIONS A. G. E. M. P. — 8, RUE DANTE - PARIS-V°

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

PROFESSEURS

15-1-59

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Aubin (A.), Bénard (H.), Brocq (P.), Bulliard (H.), Cadenat (F.), Chabrol (E.), Champy (C.), Chevallier (P.), Debré (R.), Donzelot (E.), Gastinel (P.), Guillaïn (G.), Halphen (E.), Harvier (P.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Lantuejoul (P.), Laroche (G.), Laubry (C.), Lévy-Solal (E.), Lhermitte (J.), Lian (C.), Loeper (M.), Marion (G.), Mathieu (P.), Mocquot (P.), Mondor (H.), Monod (R.), Moreau (R.), Mulon (P.), Olivier (E.), Richet (C.), Strohl (A.), Tanon (L.), Velter (E.).

DOYEN Léon BINET.

Membre de l'Institut

ASSEESSEUR. Jean VERNE.

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie.	CORDIER (G.)
Anatomie (Chaire à titre personnel)	DELMAS (A.)
Anatomie pathologique	DELARUE (J.)
Anesthésiologie.	BAUMANN (J.)
Bactériologie.	FASQUELLE (R.)
Biochimie médicale.	JAYLE (M. F.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	CHAILLEY-BERT (P.)
Biologie médicale.	FAUVERT (R.)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J.)
Clinique carcinologique (Inst. G. Roussy).	REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais)	MOUQUIN (M.)
	SICARD (A.)
Cliniques chirurgicales	QUÉNU (J.)
	MÉNÉGAUX (G.)
	GOSSET (J.)
	MOULONGUET (P.)
	FÈVRE (M.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)	MERLE D'AUBIGNÉ (R.)
Clinique chirurgicale orthopédique et réparatrice (Cochin)	GAUDART-D'ALLAINES (F. de)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)	MATHEY (J.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laënnec)	DECOURT (J.)
Clinique endocrinologique (Pitié)	LAMY (M.)
Clinique génétique médicale (Enfants-Malades)	FUNCK-BRENTANO (P.)
Clinique gynécologique (Broca)	DEGOS (R.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (St-Louis)	CATHALA (J.)
Clinique des maladies des enfants (Enfants-Malades)	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)	DELAY (J.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Ste-Anne)	HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)	MARCHAL (G.)
Clinique des maladies du sang (Broussais)	ALAJOUANINE (T.)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)	GENNES (L. de)
	JUSTIN-BESANÇON (L.)
Cliniques médicales	BARIÉTY (M.)
	SOULIÉ (P.)
	DREYFUS (G.)
	KOURILSKY (R.)
Clinique médicale d'hydrologie thérapeutique et climatologie (Bichat)	DEBRAY (C.)
Clinique médicale propédeutique	PASTEUR VALLERY-RADOT (L.)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hotel-Dieu)	DEROT (M.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	PETIT-DUTAILLIS (D.)
	LACOMME (M.)
Cliniques obstétricales	N.
	VARANGOT (J.)
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	RENARD (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M.)
Clinique de pédiatrie Sociale (Enfants-Malades)	MARIE (J.)
Clinique de pneumo-phthisiologie (Laënnec)	BERNARD (E.)
Clinique psychiatrique infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)
Clinique de puériculture (St-Vincent-de-Paul)	LELONG (M.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	COSTE (F.)
Clinique stomatologique (Pitié)	DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	SÉNÈQUE (J.)
Clinique thérapeutique médicale (St-Antoine)	LEMAIRE (A.)
Clinique urologique (Cochin)	FEY (B.)
Electrophysiologie médicale (chaire à titre personnel)	DJOURNO (A.)
Embryologie	GIROUD (A.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	N.
Histologie	VERNE (J.)
Hygiène des collectivités (chaire à titre personnel)	DEPARIS (M.)

Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	MM. TURPIN (R.)
Hygiène et médecine préventive	JOANNON (P.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Médecine légale	PIÉDELIÈVRE (R.)
Parasitologie	GALLIARD (H.)
Pathologie chirurgicale	COUVELAIRE (R.)
Pathologie exotique	LAVIER (G.)
Pathologie expérimentale et comparée	LENÈGRE (J.)
Pathologie humorale et immunologie expérimentale (chaire à titre personnel)	MERKLEN (F.-P.)
Pathologie médicale	N...
Pathologie et thérapeutique générales	GARCIN (R.)
Pharmacologie et matière médicale	CHEYMOL (J.)
Physiologie	BINET (L.)
Physiologie (chaire à titre personnel)	BARGETON (D.)
Physique médicale	DOGNON (A.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)
Technique chirurgicale	PATEL (J.)
Thérapeutique	BROUET (G.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGRÉGÉS ET MAÎTRES DE CONFÉRENCES - AGRÉGÉS

	MM.		MM.
Anatomie	{ CAEROL (G.) COUINAUD (C.) OLIVIER (G.)	Orthopédie	{ JUDET (R.) RAMADIER (J.)
Anatomie pathologique	{ GAUTHIER-VILLARS (M ^{lle} P.) pr. s. ch. BUSSER (F.) GOUYGOU (Ch.) ORCEL (L.) PAILLAS (J.) VOURC'H (G.)	Oto-rhino-Laryngologie	DEBAIN (J.)
Anesthésiologie	VOURC'H (G.)	Parasitologie	{ BRUMPT (L.C.), pr. s. ch. CHABAUD (A.)
Bactériologie	{ NÉVOT (A.) pr. s. ch. BARBIER (P.) CHRISTOL (D.) TOURNIER (P.)	Pathologie chirurgicale	{ BARCAT (J.) BINET (J.-P.) GAUCHOIX (J.) CHATELIN (C.-L.) DUBOST (Ch.) DUBOST (Cl.) FAUREL (J.) FLABEAU (F.) GERMAIN (A.) LAURENCE (G.) agr. per. LORTAT-JACOB (J.-L.) LOYGUE (J.) MERCADIER PERROTIN (J.) ROBERT (H.) THOMERET (G.)
Biochimie médicale	{ DESGREZ (P.), pr. s. ch. POLONSKI (J.), m. conf. SCHAPIRA (G.), m. conf.	Pathologie exotique	SCHNEIDER (J.)
Biologie médicale	BOURLIÈRE (F.), m. conf.	Pathologie expérimentale	{ CROSNIER (J.) HARTMANN (L.) LÉPER (J.) MAURICE (J.) PLAS (F.) RICHTER (G.)
Carcinologie	{ DENOIX (P.) MATHE (G.)	Pathologie médicale	{ AUSSANNAIRE (M.) BOUR (H.) BOUVIER (J.) BOUVRAIN (Y.) BRICAIRE (H.) BRISAUD (H.) BROCARD (H.) BUGE (A.) CASTAIGNE (P.), m. conf. CATINAT (J.) CONTAMIN (F.) COURY (G.) FREZAL (J.) HOUSSET (E.) LAROUCHE (Ol.) LESOBRE (R.) MACREZ (G.) NICK (J.) PEQUIGNOT (H.) m. conf. ROYER (P.) WOLFROMM (R.)
Dermato-Syphiligraphie	DUPERRAT (B.)		
Electro-Radiologie	LEDoux-LEBARD (G.)		
Embryologie	TUEHMANN-DUPLESSIS (H.)		
Hématologie	{ BILSKI-PASQUIER (G.) DAUSSET (J.)		
Histologie	{ COUJARD (R.) pr. s. ch. MAROIS (M.) RACADOT (J.)		
Hydrologie	CORNET (A.)		
Hygiène	{ BOYER (J.), pr. s. ch. CORRE-HURST (M ^{me} L.)		
Maladies infectieuses	{ BASTIN (R.) DUPONT (V.)		
Médecine légale	{ DEROBERT (L.), pr. s. ch. HADENGUE (A.) FOURNIER (E.) GUENIOT (M.)		
Médecine du travail	ALBAHARY (G.)		
Neuro-chirurgie	DAVID (M.)		
Neurologie	LHERMITTE (F.)		
Obstétrique	{ GRANJON (A.) HERVET (E.) LE LORIER (G.) MORIN (P.) MUSSET (R.) ROBEY (M.) THOYER-ROZAT (J.)		
Ophthalmologie	{ BRÉGEAT (P.) SARAUX (H.)		

	MM.		MM.
	JOSEPH (R.)	Pneumo phthisiologie . . .	KREIS (B.)
	MANDE (R.)	Psychiatrie	PICHOT (P.)
Pédiatrie-Puériculture . . .	MOZZICONACCI (P.)	Psychiatrie infantile . . .	DUCHÉ (D.)
	POLONOVSKI (G.)	Rhumatologie	DELBARRE (F.)
	ROSSIER (A.)		CERNÉA (P.)
	LEVY (Mlle J.), pr. s. ch.	Stomatologie	CHAPUT (M ^{me} A.), m.c. agr.
Pharmacologie	BOISSIER (J.)		GRELLET (M.)
	LECHAT (P.)	Thérapeutique	CHASSAGNE (P.)
	PARROT (J.), pr. s. ch.		LAMOTTE (M.)
Physiologie	DEJOURS (P.)	Urologie	QUENU (L.)
Physique médicale	GOUGEROT (L.), m. conf.		

III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

	MM.		MM.
	ABOULKER (P.)	Clinique neuro-rhumatologique SÈZE (S. de)	
	AMELINE (A.)		GRASSET (J.)
	HUGUIER (J.)		LEPAGE (F.)
Clinique chirurgicale . . .	LÉGER (L.)	Clinique obstétricale . . .	MAYER (M.)
	OLIVIER (G.)		MERGER (R.)
	PADOVANI (P.)		RAVINA (J.)
	POILLEUX (F.)	Clinique ophtalmologique .	DESIGNES (P.)
	ROUX (M.)		OFFRET (G.)
	VERNE (J.-M.)	Clinique oto-rhino-laryngo- logique	MADURO (R.)
	HAGORNEAU (J.), pr. s. ch.	Clinique pédiatrique et pué- riculture	LAPLANE (R.)
Clinique médicale	BOUDIN (G.)	Clinique psychiatrique . .	BARUK (H.)
	CONTE (M.)	Clinique urologique . . .	KUSS (R.)
	DOMART (A.)		
	MILLIEZ (P.)		
	PERRAULT (M.)		
	RAMBERT (P.)		
	THIEFFRY (S.)		
	TURIAF (J.)		

IV. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

Bactériologie	HAUDUROY (P.) Pr. s. ch.
Biochimie médicale	ETTORI (J.) Pr. à t. pers.
Pathologie chirurgicale	RUDLER (J.) Pr. s. ch.

Secrétaire général de la Faculté . . . M. LENA (J.)

Secrétaires M^{me} BEURLAND (H.), M^{lle} CHAINTREUIL (G.), M^{lle} HURÉ (A.)

Conservateur, chargé de la direction de la Bibliothèque M. le Docteur HAHN (A.)

Conservateurs M^{lles} DUMAITRE (P.), GOICHON (A.-M.)

Bibliothécaires { M^{me} CONTET (J.), M^{lles} LAURENT (H.),
LE NOIR (G.), QUIÉVREUX (E.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A Odette PONCELET, ma femme

dimidia pars animae meae.

A Monsieur le Professeur J. BOYER

Officier de la Légion d'Honneur

Professeur à la Faculté de Médecine de PARIS

Qui nous a fait l'honneur
d'accepter la présidence de notre thèse.

A Monsieur le Docteur M. DURET

En témoignage de notre reconnaissance
pour ses conseils éclairés
et sa constante bienveillance à notre égard.

Nous tenons à remercier les ingénieurs et les agents de la Société Nationale des Chemins de fer Français auprès desquels nous avons trouvé l'accueil le plus affable.

La documentation mise à notre disposition, les nombreuses précisions qui nous furent données, nous ont apporté une aide précieuse au cours de notre travail.

Que Monsieur LASSON

Monsieur BULTE

Monsieur DIRRIG

trouvent ici un témoignage particulier de notre reconnaissance.

Nos remerciements s'adressent encore aux représentants de tous les réseaux qui nous ont fourni avec une grande courtoisie la documentation que nous leur avons demandée, nous permettant ainsi d'élargir la base de notre étude.

ALLEMAGNE FEDERALE	- Deutsche Bundesbahn Représentation générale pour la France.
CANADA	- Canadian National Railways K.E. DOWD, M.D. - Chief Medical Officer. - Canadian Pacific Service de Documentation
ESPAGNE	- R.E.N.F.E. Représentation générale pour la France
GRANDE-BRETAGNE	- Ministry of Health British Transport Commission
ITALIE	- Ministero dei Trasporti Ferrovie dello Stato - Dr. A. DI LULLO Directeur du Service Sanitaire
PAYS-BAS	- N.V. Nederlandsche Spoorwegen Service de Documentation
GUEDE	- Kungl Järnvägsstyrelsen
U.S.A.	- Association of American Railroads

L'Organisation Mondiale de la Santé a eu l'amabilité de nous donner une bibliographie de références récentes concernant l'hygiène à bords des voitures de chemins de fer.

Grâce à elle nous avons pu gagner en précision.

SECURITE ET HYGIENE
A BORD DES VOITURES DE CHEMINS DE FER

Le train se fait modèle du Temps
Dont il prend la rigueur et assume les pouvoirs.

Paul Valéry

S O M M A I R E

TITRE I - GENERALITES

CHAPITRE I - HISTORIQUE

CHAPITRE II - POSITION DU PROBLEME

TITRE II - ETUDE

CHAPITRE I - SECURITE

- § I - Sécurité du milieu
- § II - Sécurité du train
- § III - Sécurité du voyageur
- § indépendant - Le problème des grandes vitesses

CHAPITRE II - HYGIENE

Hygiène de base et notion de confort

§ I - Ambiance

- Air - Chaleur
- Lumière - Couleur
- Bruits - Silence
- Mouvements - Souplesse

§ II - Dispositions intérieures

- Différents types de dispositions
- Etude

§ III - Entretien

- Nettoyage
- Désinfection
- Désinsectisation

CHAPITRE III - VOITURES SPECIALISEES

§ I - Voitures-lits - Voitures-couchettes

§ II - Voitures-restaurant

TITRE III - CONCLUSIONS

TITRE I - GENERALITES

CHAPITRE I

HISTORIQUE

LES DEBUTS

Les débuts du chemin de fer furent progressifs et les premiers essais connurent des fortunes variées.

Les différents systèmes conçus aux environs des années 1850 ignoraient complètement les problèmes de sécurité et d'hygiène pour le transport des passagers. Il faut dire, qu'à cette époque, la vitesse était réduite le trafic très faible, les trajets courts et qu'en général les notions de sécurité et d'hygiène n'étaient guère développées. Aussi se bornait-on à verrouiller avant le départ les portières des voitures dont la caisse était copiée sur celle des diligences.

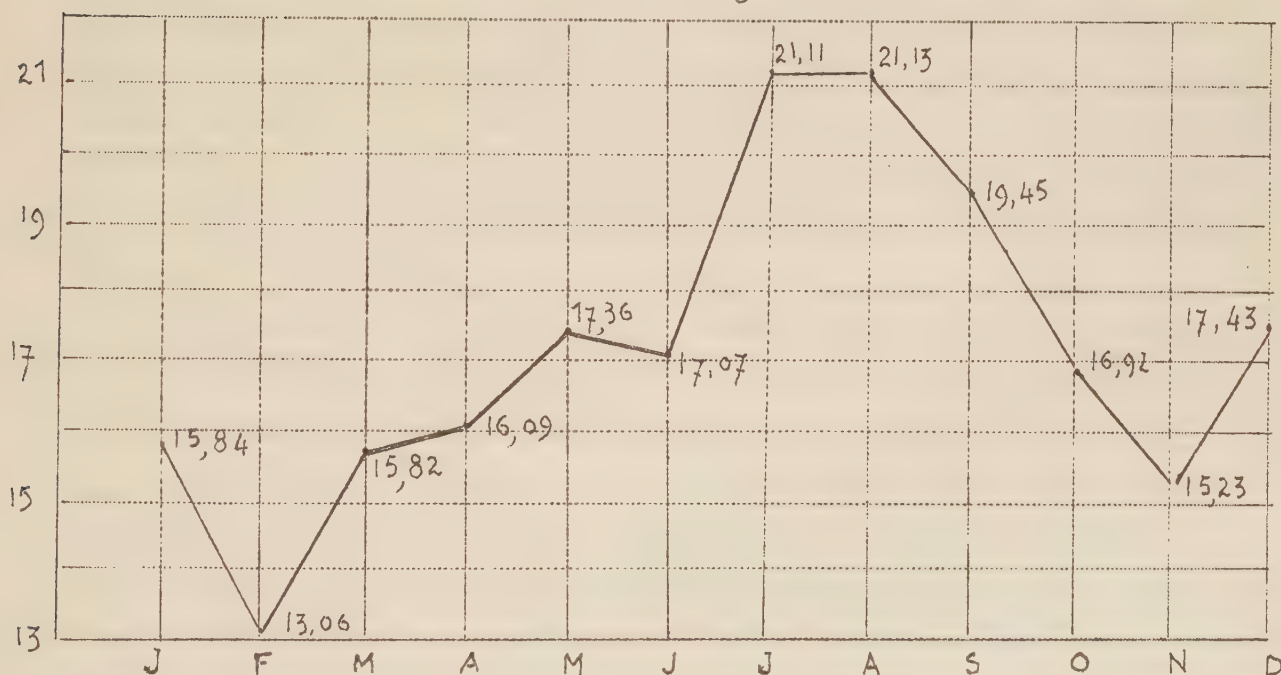
Cependant, à l'enthousiasme de quelques uns s'opposait le septicisme de beaucoup et non des moindres. Thiers, alors Ministre des Travaux Publics, bien qu'ayant vu fonctionner en Angleterre le chemin de fer de Liverpool à Manchester, déclarait avec assurance que les voies ferrées ne pourraient jamais servir à réunir des centres de population séparés par de grandes distances et que l'on y risquait de graves accidents. Arago craignait pour le voyageur des fluxions de poitrine et des pleurésies

par le passage brusque de l'atmosphère extérieure à celle, glaciale, des tunnels. Il pensait aussi que la succession rapide des images du paysage pouvait provoquer une atteinte rétinienne. Daumier, auquel le côté caricatural de ce mode de transport n'avait pas échappé, nous a laissé une série de "cartons" retraçant les effets des démarrages brutaux, l'agrément des voyages en voiture ouverte sous la pluie, le déchargement de voyageurs congelés après un trajet en compartiment non chauffé, les risques au passage d'un tunnel, l'inconfort des trains sans toilettes, etc...

L'EVOLUTION

L'évolution fut rapide. La seconde moitié du XIXème siècle et la première moitié du XXème, marquées par le machinisme et le développement de l'industrie lourde connurent l'extension du réseau ferré.

TRAFFIC VOYAGEURS 1958 (d'après AF 58)
(en milliards de voyageurs - Kilomètres)



TRAFFIC TOTAL DES RESEAUX EUROPEENS ADHERANT A L'U.I.C.

Moyen de liaison dans les pays à économie déjà structurée, moyen de pénétration dans les pays à économie naissante, le chemin de fer vit augmenter le nombre de kilomètres de voies, la vitesse des trains, leur importance, le frêt et le nombre de voyageurs. Le trafic-voyageurs passait, pour la France, de 100 millions de voyageurs-kilomètres en 1841, à 2 milliards en 1857, 11 milliards en 1896, et environ 30 milliards en 1950.

Un des principaux facteurs de cette augmentation du trafic fut la réduction de la durée du transport, c'est-à-dire, en fait, de l'accroissement de la vitesse.

La sécurité devint alors une préoccupation majeure, orientée surtout vers la sécurité du milieu dans lequel se déplaçait le train mais peu vers la sécurité du voyageur dans le train lui-même.

Certes, au verrouillage obligatoire, se substitua la double serrure de sûreté, le signal d'alarme fit son apparition, et des avertissements rédigés en plusieurs langues furent placés aux endroits dangereux : "Il est dangereux de se pencher à l'extérieur" "Ne pas laisser les enfants jouer avec la serrure" etc.... mais à cette époque les voitures étaient construites en bois, les marchepieds raides et peu profonds, les portières balayaient parfois les quais, les poignées, les barres d'appui et les rampes se révélaient incommodes, agressives souvent, et le verre des vitres était coupant.

L'hygiène ne s'accrut que progressivement. Remplaçant le fourgon-toilette spécialisé en cet usage, la voiture à couloir latéral et toilettes aux extrémités n'est entrée en service que vers 1860.

Le chauffage des voitures a connu nombre de solutions au cours des années, depuis la bouillotte à eau chaude puis à acétate de soude, la chaufferotte à double paroi jusqu'au chauffage électrique en passant par le calorifère à charbon en milieu de voiture encore utilisé sur certains autorails, le chauffage par la vapeur etc....

L'éclairage est un problème abordé récemment. Jusqu'alors l'éclairage naturel était assuré par des vitres coulissantes encastrées dans un cadre de bois. Mais l'espace libre nécessité par le jeu de la vitre dans le corps de la portière permettait les vents-coulis très désagréables en hiver, surtout dans le sens de la marche et la pénétration du fraisil. L'éclairage artificiel est passé par la bougie, qui sert encore sur certains réseaux comme éclairage de secours en cas de panne complète, par l'huile végétale, le pétrole, le gaz d'éclairage et enfin l'électricité.

ACTUELLEMENT

Actuellement les réseaux semblent avoir atteint, au moins en Europe leur développement optimum. A la fois en concurrence et en coordination avec les transports par route et par air, le chemin de fer joue un rôle important de transport public à courte, moyenne et longue distance.

Il est journellement utilisé par des milliers d'individus pour se rendre à leur travail, lignes de banlieue; pour traiter des affaires, trains rapides, rames diesel ; pour leur plaisir, trains de vacances.

Les systèmes de sécurité tant de l'infrastructure que du train lui-même se sont considérablement perfectionnés.

La notion d'hygiène s'est élargie. Recherches et expériences se succèdent pour doter le chemin de fer non seulement d'une hygiène de base aujourd'hui partout exigée, mais aussi d'un confort qui lui permette d'élargir sa clientèle.

CHAPITRE II

POSITION DU PROBLEME

La voiture de chemin de fer, unité de déplacement

La voiture de chemin de fer peut être considérée comme une unité de déplacement empruntée pendant un temps variable et dans des buts différents par un certain nombre d'individus.

A cette spécialisation correspondent des voitures de types divers : voitures classiques dérivées des anciennes formes, utilisées partout, mais en particulier sur les "grandes lignes", rames adaptées au trafic de banlieue, autorails destinés à la desserte des petites lignes ou aux liaisons rapides entre les grands centres.

LES IMPERATIFS

Ce sont essentiellement :

I - La rapidité d'évolution parallèle à la sécurité.

L'accroissement de la vitesse des trains de voyageurs est une des caractéristiques du chemin de fer d'après guerre. Sur les grandes lignes de l'ensemble des 16 réseaux de l'Europe Occidentale, la moyenne commerciale est passée de 57 km/h en 1948 à 74 km/h en 1957, en

augmentation de 30 % pour les meilleurs trains sur un ensemble de lignes représentant environ le quart du réseau européen.

En fait, dans une dizaine de pays au moins, les vitesses commerciales dépassent 90 Km/h et souvent même 100 Km/h. L'augmentation de la vitesse pose une série de problèmes de sécurité dont les solutions se recherchent tant au niveau de l'infrastructure que de la voiture elle-même.

II - L'exactitude, nécessité impérative à notre époque où la notion de temps prend une importance sans cesse croissante. Si l'on considère les dix pays d'Europe Occidentale qui pratiquent les vitesses les plus élevées, on constate en 1957 que 93,7 % des trains express et rapides sont arrivés au terminus à l'heure ou avec un faible retard inférieur à 15 minutes.

III - Le confort, élargissement de la notion d'hygiène, moyen puissant pour séduire une clientèle de plus en plus consciente des conditions de son bien-être.

IV - La rentabilité gardant au chemin de fer son caractère social, celui d'être un moyen de transport accessible à tous.

L'exploitation se doit en effet de rester dans les limites de la rentabilité. Aussi, les modifications suggérées par l'évolution sont-elles réfléchies longtemps, et longtemps expérimentées avant que la décision de les étendre à une série entière soit prise.

Nous laisserons volontairement à part, au cours de cette étude, la description de certaines rames spéciales, classe de luxe, dont l'aménagement et l'entretien sont inhabituels.

Les solutions apportées aux problèmes qu'elles posent sont exceptionnelles et ne doivent pas être considérées comme valables pour l'ensemble du parc des réseaux.

Tout au plus, retiendront-elles notre attention comme banc d'essai pour une généralisation ultérieure des meilleurs dispositifs, qu'elles permettent d'étudier dans la réalité.

Position du médecin-hygiéniste.

Le médecin-hygiéniste s'intéresse très naturellement aux problèmes posés par le mouvement incessant de concentration et de dispersion d'individus qu'entraîne l'utilisation du chemin de fer.

Si son rôle apparaît complémentaire dans le domaine de la sécurité, il devient essentiel dans celui de l'hygiène et du confort.

Cependant le médecin-hygiéniste ne saurait méconnaître les impératifs techniques. Il se doit de garder un contact étroit avec la réalité. Les solutions qu'il propose aux questions dont il est, à juste titre, le spécialiste, se doivent de rester en harmonie avec les données de l'exploration fixées par les ingénieurs.

Si aujourd'hui, par le jeu des circonstances, il ne fait qu'intervenir dans l'aménagement des structures conçues antérieurement, il lui appartient, dans l'avenir, par le jeu de l'évolution, de participer non seulement à la réalisation mais aussi à la conception même d'une structure sociale aussi importante que celle du chemin de fer.

TITRE II - ETUDE

CHAPITRE I - SECURITE

Nous en distinguerons trois aspects :

D'abord la sécurité du milieu dans lequel se déplace le mobile ou train composé de voitures à l'intérieur desquelles se trouve le voyageur.

Ensuite, la sécurité du train dans le milieu.

Enfin la sécurité du voyageur dans le train.

Les deux premiers aspects sont du domaine de la technique. Leur étude appartient plus à l'ingénieur qu'au médecin. Des travaux remarquables ont été publiés sur ces sujets, où à la complexité croissante des moyens mis en oeuvre correspondent des résultats de plus en plus simples. Cependant le voyageur assis dans son compartiment sait bien que sa sécurité ne dépend pas seulement de la solidité de la caisse mais aussi du profil de la voie, de la signalisation, du freinage.

Nous ne ferons donc qu'aborder les deux premiers aspects nous attachant plus spécialement au troisième point, celui de la sécurité du voyageur dans le train.

§ I - La sécurité du milieu

C'est la sécurité du milieu dans lequel se déplace le train.

La proportion des accidents de chemin de fer est aujourd'hui la moitié de ce qu'elle fut dans les cinq dernières années d'avant-guerre.

Les compagnies d'assurance ont calculé que le risque de mourir dans un accident de chemin de fer était moindre que celui d'être assassiné.

Cependant les responsabilités sont extrêmes. L'erreur peut se solder par la perte de nombreuses vies humaines.

Nous distinguerons à la sécurité du milieu deux aspects dans ce court exposé : la sécurité statique et la sécurité dynamique.

La sécurité statique. La voie

I - L'usure de la voie

La voie s'use par ses trois éléments :

- 1 - Usure du rail proprement dit
- 2 - Désagrégation de la traverse
- 3 - Encrassement du ballast

II - Entretien de la voie

La voie ferrée constitue un ensemble dont les qualités ne peuvent être maintenues qu'au prix d'une surveillance et de soins constants. En effet si le vieillissement des matériaux est relativement lent, leurs assemblages sont beaucoup plus sensibles.

L'entretien a pour but de maintenir aussi longtemps que possible la voie dans ses qualités initiales. Il comporte deux séries d'opérations principales :

- 1 - celles qui traitent le matériel : rails, traverses et leurs assemblages.
- 2 - celles qui rendent à la voie, en plan et en profil, son assise et son nivellement.

III - La voie moderne

Le rail, en premier lieu, a bénéficié d'une amélioration de qualité due aux perfectionnements apportés à l'élaboration de l'acier et au laminage des profilés. Une augmentation de la résistance est devenue nécessaire pour répondre aux charges croissantes de trains toujours plus rapides.

Une autre amélioration a été réalisée par la soudure des rails en barres longues. Les barres utilisées jusqu'à ces dernières années se présentaient en coupe standard de 18 à 24 mètres. Le passage des joints constituant un point faible où se produisent des martellements avec affaissement du rail-aval et dislocation de l'assemblage, la solution a consisté à souder le rail sur une grande longueur réduisant considérablement le nombre des passages de joints. Admise par de nombreux pays la voie continue équipe maintenant la plupart des grandes lignes.

Les barres longues ont en effet de nombreux avantages : plus grande durée des rails, plus grande douceur de roulement réduisant la fatigue de la voie et du matériel roulant, plus grand confort pour les voyageurs et

économie importante dans l'entretien du nivellement de la voie.

La traverse a vu sa conception évoluer. Si les traverses en bois se présentent comme autrefois, bien des améliorations leur ont, en fait, été apportées. Les attaches des rails aux traverses ont été l'objet de nombreuses recherches. L'attache élastique a été mise au point, étouffant la trépidation au passage des roues.

La fabrication des traverses a été perfectionnée. Le bois n'est plus le seul matériau utilisé. La traverse métallique reste réservée aux lignes à tracé tourmenté. La traverse en béton armé ou en béton pré-contraint après des débuts délicats a trouvé son point d'application ainsi que la traverse mixte béton-acier qui équipe maintenant de nombreuses lignes en Europe.

Quant au ballast il est périodiquement révisé par des trains dits "de rechargement" en vue de remédier aux tassements de terrain et de le débarrasser de la terre et des herbes qui l'encrassent.

La sécurité dynamique

I - La signalisation

La signalisation de pleine voie est assurée aujourd'hui par le système du "cantonnement" ou bloc-système dans lequel l'espacement des trains de même sens est réalisé par la distance qu'on leur fait garder entre eux.

La ligne est divisée en cantons. Aucun train ne doit entrer dans un canton avant que le train précédent ne l'ait quitté.

On distingue trois types de block-system :

- 1 - Le bloc téléphonique
- 2 - Le bloc enclenché
- 3 - Le block automatique ne nécessitant aucune intervention humaine et utilisant des "circuits de voie" formés par les rails, circuits **coupés** à la limite de chaque canton par une éclisse isolante. Les essieux des trains court-circuitent ces circuits de voie, qui agissent sur des relais, commandant à leur tour les signaux. Ce système, le plus perfectionné est en voie d'extension en particulier sur les lignes à trafic intense.

La signalisation des mouvements coupants comporte des signaux de ralentissement avec rappel, et des signaux d'arrêt absolu, en correspondance avec les appareils de voie. Ils sont munis d'un dispositif de contrôle impératif, intermittent ou permanent.

Que la signalisation soit commandée à distance mécaniquement ou électriquement, le montage est tel que tout "dérangement" se traduit par la fermeture du signal donc par une indication favorable à la sécurité.

II - Les appareils de voie

Les appareils de voie comprennent surtout les aiguilles dont la commande, soit séparée, soit par itinéraires est en rapport avec la signalisation et nécessite enclenchement, enregistrement et contrôle.

Le poste d'aiguillage à leviers d'itinéraire est caractérisé par le fait que la manœuvre d'un seul levier permet d'assurer la mise en position correcte de toutes les aiguilles et signaux intéressés directement ou indirectement par le tracé de l'itinéraire désigné.

III - Enregistrement et répétition des signaux

L'enregistrement du travail du mécanicien à chaque instant du parcours se fait sur la bande "Flaman" faisant foi pour la conduite du train et sur laquelle la position des signaux est transcrite grâce au "crocodile"

La répétition des signaux à bord est surtout utilisée aux Etats-Unis d'Amérique où le trafic est de grande intensité et le block-system automatique développé. C'est le "cab signal" réalisant une répétition permanente des signaux. L'erreur perd ici son caractère de fatalité. Le signal de voie non vu apparaît en permanence sous les yeux du mécanicien. Le système est en voie d'extension en Europe.

§ II - La sécurité du train

Eléments

On sait qu'une voiture de chemin de fer comprend :

- 1 - les organes de suspension et de roulement, essieu ou bogie
- 2 - le châssis portant les organes de choc et de traction
- 3 - la caisse à laquelle on distingue des parois latérales ou faces, une toiture ou pavillon, un plancher et deux extrémités.

I - Le bogie

Les bogies des voitures nouvelles ont subi un allègement par rapport aux anciens modèles.

Suivant les réseaux et les pays les systèmes de suspension varient, combinant sur un, deux ou même trois étages les ressorts hélicoïdaux, les ressorts à lames et les amortisseurs hydrauliques.

II - Le châssis

Le châssis est fait de deux poutrelles ou traverses de tête placées dans le sens transversal entre lesquelles s'adaptent deux longerons ou brancards dans le sens longitudinal. Un certain nombre de traverses et de longerons intermédiaires réalisent un entretoisement dont la solidité doit permettre au châssis de résister aux chocs et aux tractions.

Les organes de choc - tampon - et de traction - crochet de traction et tendeur d'attelage - se trouvent au niveau des traverses de tête.

III - La caisse

La caisse en bois, si dangereuse lors des collisions, a aujourd'hui, pratiquement disparue. Seul le matériel métallique peut allier une grande solidité, protégeant le voyageur en cas de catastrophe, à la réduction du poids mort par place et à la facilité d'entretien.

Les premières caisses métalliques apportaient certes un renfort considérable au châssis mais au prix d'une forte augmentation de poids. La tare des voitures devint importante. L'allègement put être obtenu par l'emploi de métaux judicieusement choisis, aciers spéciaux, métaux légers. L'acier est utilisé pour les oeuvres vives, châssis, traverses intermédiaires principales tandis que les alliages légers, - duralumin - servent plutôt aux revêtements et aux aménagements intérieurs. Au rivetage se substitue souvent la soudure autogène et la soudure électrique soit continue soit par points.

On réalise actuellement des structures dites tubulaires combinant les systèmes à membrure et monocoque dans lesquelles non seulement des membrures mais les tôles de revêtement extérieur participent à la solidité de l'ensemble.

La caisse se prolonge sur certains modèles récents à chaque extrémité par un "anneau de garde" destiné à fournir un renfort en cas de catastrophe et améliorant par ailleurs les qualités aérodynamiques de l'ensemble.

La stabilité sur rail

Le matériel en marche est sujet à plusieurs types d'oscillations. Ce sont : le roulis oscillation transversale, le galop ou tangage, oscillation longitudinale, le lacet, serpentement d'un rail à l'autre, le recul, jeu en accordéon d'une voiture à l'autre, les oscillations verticales

parallèles et les oscillations transversales parallèles. Les valeurs que prennent chacun de ses types d'oscillation dépendent en grande partie du bogie et de la suspension de la caisse.

On s'attache en particulier à combattre le lacet, désagréable pour le voyageur et dangereux aux vitesses élevées. En effet si les impulsions de lacet que les bogies donnent à la caisse ont un rythme qui coïncide avec le rythme propre de celle-ci, le mouvement de lacet de la voiture prendra une amplitude de plus en plus grande, le mentonnet montera sur le rail et la voiture déraillera. On cherche à éviter ce phénomène en resserrant les jeux entre organes mobiles et en freinant la rotation des bogies.

Le freinage

Les systèmes de freinage sont nombreux. Nous mentionnerons pour mémoire le frein à vis d'efficacité douteuse qui existe encore sur certaines voitures comme frein de secours.

La Grande-Bretagne a longtemps utilisé le frein à vide qui présentait en compensation de quelques avantages de simplicité l'inconvénient majeur de ne pas fonctionner dans le sens de la sécurité c'est-à-dire du freinage lorsque se produisait une rupture d'attelage.

Le système le plus couramment employé sur les voitures est le frein à air comprimé. Un compresseur refoule à une pression de 5 Kg/cm^2 de l'air dans une conduite générale raccordée de voiture en voiture. Cet air comprimé vient remplir les réservoirs individuels de chacun des éléments du convoi. Une triple valve distributrice commandée par un piston permet :

- 1 - L'alimentation directe du réservoir
- 2 - Le freinage
- 3 - Le défreinage

La manoeuvre du frein est commandée par le mécanicien. Le chef de train dispose d'un robinet de freinage. Le freinage se produit aussi en cas de fonctionnement du signal d'alarme ou de rupture d'attelage, vidant la conduite générale et provoquant l'entrée en jou de la triple-valve.

Le freinage actuel classique s'effectue donc par les roues. Il est par suite tributaire du coefficient de frottement du bandage sur le rail, qu'il soit exécuté par des sabots ou par action sur un disque solidaire de l'essieu. Aux vitesses plus élevées d'autres solutions doivent être envisagées cherchant à réaliser un freinage énergique sans pour cela entraîner l'enrayage.

La manoeuvre de freinage est commandée habituellement par le mécanicien ou le conducteur. Elle peut être aussi réalisée automatiquement, soit en cas de défaillance humaine par un système ralentissant le train au signal d'avertissement puis le stoppant au signal d'arrêt absolu, c'est le "train control" en service aux U.S.A., et sous un autre aspect en Allemagne -, soit par un dispositif dit "d'homme mort" installé sur les locomotives électriques arrêtant le convoi si un malaise ou la mort subite du conducteur privait brusquement le train de tout contrôle humain.

Surveillance en route de la sécurité du train

Aux gares de quelque importance où le train s'arrête, soit pour changer de machine, soit pour permettre la correspondance avec d'autres lignes, des agents des réseaux sont spécialement chargés d'effectuer une vérification rapide du bon état de marche des voitures.

Cette "visite" porte essentiellement sur les boîtes de roulements qui ne doivent pas s'échauffer, sur l'attelage et sur le bandage des roues dont l'intégrité est éprouvée au son par le choc d'un marteau à long manche sur le bandage.

Avant chaque départ le mécanicien procède aidé par le chef de train à un essai de frein selon un rituel bien défini.

§ III - La sécurité du voyageur

La voiture elle-même présente un certain nombre de dispositions assurant la sécurité du voyageur.

Ces dispositifs de sécurité jouent souvent un rôle dans l'architecture, les aménagements et par là-même dans le confort de la voiture.

Les issues

I - Le dispositif d'accès

Les portières présentent souvent une double commande d'ouverture nécessitant l'intervention des deux mains pour les manoeuvres ce qui est parfois gênant lorsque le voyageur porte des bagages. Un autre système, de sécurité moindre que le premier, mais apparamment plus commode, consiste en une seule serrure à ressort permettant l'ouverture en deux temps, déverrouillage et ouverture proprement dite avec une seule main. La hauteur de la serrure et sa forme de préhension peuvent faire l'objet d'études.

Les portières s'ouvrent habituellement vers l'intérieur, le risque de blocage par foule à la sortie étant très inférieur au danger représenté par une portière balayant un quai ou jetant à la voie un individu étourdi, endormi ou ivre. La disposition d'ouverture vers l'extérieur se trouve cependant sur quelques réseaux européens.

Certaines rames possèdent des portes coulissantes situées dans le même plan que les parois de face. Leur fermeture est pneumatique et semi-automatique commandée par le chef de train le plus souvent.

Cette solution plus coûteuse que les précédentes n'est employée que pour des rames de longueur faible. Elle reste cependant séduisante.

La différence de hauteur entre le quai et le plancher de la voiture est divisée par une , deux ou trois marches constituant le marchepied. La "raideur" du marchepied est une cause d'accidents lorsqu'il est emprunté par des gens chargés de paquets, âgés ou impotents. Aussi a-t-on essayé de diminuer la pente du marchepied non seulement en abaissant le plancher de la voiture dans les limites du possible mais aussi en introduisant le marchepied jusqu'à l'intérieur de la voiture, derrière la porte d'accès à laquelle, lorsqu'il est repliable, il est souvent couplé. L'inclinaison varie en fait entre 60° et 45°. Il y a lieu également de considérer la profondeur du marchepied et sa surface utile.

Le marchepied lui-même est soit en métal, soit en bois, rendu dans la mesure du possible anti-dérapant. Il est intéressant qu'un éclairage électrique puisse le baliser la nuit.

Des rampes d'accès sont placées de chaque côté des portes pour faciliter la montée ou la descente. Elles ne doivent pas dépasser la caisse car elle créent, non seulement un risque d'accident par accrochage mais perturbent l'écoulement de l'air le long des parois provoquant à leur niveau un régime tourbillonnaire. Elles auront d'ailleurs tendance à disparaître dans la mesure où le plancher s'abaissera.

II - Le dispositif d'intercommunication

Lieu de passage d'une voiture à l'autre le dispositif d'intercommunication est fait d'une passerelle articulée entourée d'un cadre de cuir plié en soufflet. Une série de verrouillages permet la jonction des éléments de chaque voiture.

Des recherches ont été faites ayant pour but non seulement de rendre plus facile le passage d'une voiture à l'autre mais aussi d'améliorer l'insonorisation particulièrement ~~difficile~~ aux extrémités des voitures. Des résultats intéressants ont été obtenus par la pose de portiques

constitués de boudins de caoutchouc encadrant la porte d'intercommunication ou par l'utilisation de tissus caoutchoutés réalisant une enveloppe fermée extérieure dont le profil épouse celui des véhicules qu'il relie et une partie intérieure formant les parois du couloir d'intercommunication. L'accouplement du dispositif se fait au moyen de poignées à fiches. A chaque extrémité de ce passage se trouve habituellement une porte, chaque voiture possédant la sienne. Les anciens modèles sont à deux battants vitrés, les nouveaux à porte coulissante dont la commande est manuelle.

III - Les baies

Les baies vitrées doivent être considérées comme issues de secours.

Lorsque les vitres sont coulissantes, l'évacuation de la voiture par les baies ne pose théoriquement pas de problème ; lorsque les baies sont fixes, un certain nombre de solutions ont été adoptées parmi lesquelles on trouve celle de monter plusieurs baies sur charnière permettant, comme dans les autocars, un dégagement immédiat : celle aussi de placer à portée de main des masses emmanchées destinées à être utilisées pour briser les vitres en cas de catastrophe. Il faut cependant savoir que le verre de sécurité est épais et dur et que la force à déployer pour faire une ouverture suffisante dans une vitre à coup de masse est importante.

Le système à charnières semble devoir être retenu car non seulement il permet l'ouverture de l'ensemble de la baie mais il risque d'être le moins affecté par un gauchissement possible de la caisse lors d'une catastrophe.

Aménagements intérieurs de sécurité

Les portes des compartiments sont le plus souvent coulissantes. Elles ont été étudiées pour ne pas coulisser spontanément, par inertie, lors du freinage ou du démarrage du train.

Des portes pivotantes existent aux extrémités des compartiments séparant

le couloir de la plate-forme d'extrémité. Les mouvements qu'elles présentent provoqués par la marche du train sont habituellement de très faible amplitude, grâce à un système d'amortissement des oscillations et à leur inertie réduite.

Il n'en est pas de même sur certains autorails ou des portes pivotantes mal fermées battent parfois sans que rien ne les retiennent, entraînées par leur inertie.

On tend à arrondir les angles raillants dans la construction des aménagements intérieurs. Le but est d'éviter des traumatismes trop marqués lors des chocs possibles.

Des poignées, des rampes, des barres d'appui sont placées de telle sorte que l'on puisse s'y accrocher et éviter ainsi de perdre l'équilibre dans une courbe ou lors d'un freinage ou d'un démarrage trop brusque.

Le verre des glaces, des postes, chute des miroirs est fait de verre, sécurité qui, lorsqu'il se brise, se casse en morceaux nombreux et peu coupants.

La protection contre l'incendie se doit d'être assurée par des extincteurs portatifs de capacité suffisante à mousse carbonique le plus souvent.

Le système d'alarme enfin par ouverture de la conduite centrale actionne la triple valve et freine le train. A noter que la poignée doit être placée en un endroit visible, facilement accessible à une personne adulte et que sa forme a été étudiée sur certaines voitures nouvelles pour permettre une prise immédiate.

Le secours à bord

Sur chaque train existe une boîte de secours plombée comprenant des pansements, des bandes élastiques, de l'alcool à 90°, du mercurochrome, un garrot.

Certains réseaux possèdent des boîtes plus complètes : médicaments, seringues, pinces -,

permettant l'action éventuelle d'un médecin montant à bord à une station et donnant au malade des soins d'urgence.

En Europe, les parcours étant relativement courts, il apparaît préférable que le malade ou le blessé soit évacué aussi rapidement que possible sur un centre hospitalier qui le prendra en charge et où il pourra recevoir tous les soins que nécessite son état.

Par contre, la présence d'une boîte de secours paraît souhaitable non pour l'ensemble du train mais bien pour chaque voiture dans laquelle elle resterait à poste à un emplacement déterminé, toujours le même. L'agent de la compagnie aussitôt prévenu de l'incident pourrait ainsi rapidement secourir le voyageur.

Les boîtes une fois employées sont dirigées sur le service médical central qui les complète, les plombe à nouveau et les remet en circulation.

Les agents des trains doivent avoir des notions de secourisme comprenant la réanimation par respiration artificielle particulièrement importante sur les lignes électrifiées.

Certains réseaux font suivre à l'ensemble du personnel des cours de secourisme répétés tous les deux ans. En France, les agents de la S.N.C.F. ont reçu une éducation de premier secours et ont été initiés aux différentes méthodes de respiration artificielle.

§ indépendant - Le problème des grandes vitesses

L'augmentation des vitesses d'exploitation a entraîné des modifications profondes dans la conception même de problèmes jusqu'alors classiques.

Le milieu a évolué. Voie au profil étudié, rail de grande longueur en liaison élastique avec le ballast sous-jacent par les traverses entre lesquelles il est suspendu. Entretien d'organisation scientifique dont les opérations sont ordonnées suivant la qualité d'enregistrements fournis par des voitures spéciales.

La sécurité du train semble assurée aux conditions suivantes : prépondérance du poids de la caisse sur le poids total des bogies ; roulis de la caisse libre ou faiblement amorti mais de longue période d'oscillations ; amortissement dosé et dissymétrique des diverses oscillations : limitation des efforts des roues sur la voie. On tend notamment à améliorer la suspension en multipliant les amortisseurs hydrauliques et en plaçant des organes de liaison élastique de rappel entre le bogie et la caisse. Le freinage cherche à devenir indépendant du coefficient de frottement de la roue sur le rail. Le freinage électro-magnétique sur rail constitue une solution ayant déjà reçu des applications sur les locomotives électriques et sur certains autorails où il est utilisé comme frein complémentaire pour les arrêts rapides.

Cependant quelles que soient les études entreprises pour permettre aux trains d'atteindre des vitesses élevées, celles-ci resteront encore limitées par la distance d'implantation des signaux d'arrêt fixant la longueur du freinage et par là-même la vitesse d'exploitation.

CHAPITRE II

HYGIENE

Hygiène de base et notion de confort

Nous devons ici décrire l'hygiène à bord des voitures au sens étymologique du terme, c'est-à-dire traiter de ce milieu où l'homme est appelé à vivre pendant un temps déterminé plus ou moins long et de la manière de le modifier dans le sens le plus favorable à son développement. Ainsi les notions d'hygiène de base, de nécessité première, se prolongeront par la notion de confort.

L'hygiène à bord des voitures de chemin de fer a fait depuis les débuts de ce mode de transport des progrès considérables. Il suffit de relire les descriptions des premiers voyages effectués à bord des voitures découvertes, sans commodité aucune et de les comparer au confort que l'on trouve aujourd'hui à bord des voitures courantes de deuxième classe pour évaluer le chemin parcouru.

§ I - L'Ambiance

Les conditions d'ambiance s'appliquent à l'ensemble de la voiture. Elles cherchent à réaliser le milieu optimum dans lequel une collectivité momentanée d'individus sera amenée à séjourner.

Air - Chaleur

I - L'air normal

La composition volumétrique de l'air pur est approximativement la suivante : azote : 78 % ; Argon 1 % ; Oxygène 21 % ; CO₂, 0,03 %

En dehors de ces gaz qui demeurent sensiblement constants dans leurs proportions on trouve toujours de la vapeur d'eau en quantité variable.

La saturation de l'air, c'est-à-dire la quantité maxima de vapeur d'eau que celui-ci peut contenir, varie dans de grandes proportions avec la température. On exprime donc l'humidité de l'air, non pas en valeur absolue mais de façon relative, par le rapport entre la quantité de vapeur d'eau contenue et la quantité que l'air contiendrait s'il était saturé de vapeur d'eau à la température considérée. Ce rapport constitue le degré hygrométrique de l'air considéré.

Avant d'étudier le renouvellement et la purification de l'atmosphère des voitures il convient de préciser les conditions de viciation de l'air de ces volumes parfois surpeuplés, viciation qui se produit même en l'absence de toute poussière ou vapeurs toxiques.

II - Pollutions de l'air

La pollution de l'air à bord des voitures de chemins de fer est essentiellement d'origine physiologique.

Certes, il arrive, le vent rabattant la fumée de la locomotive ou le train passant dans un tunnel, que du fraisil vienne se déposer sur l'encadrement des baies à l'extérieur et parfois à l'intérieur, qu'une odeur de mazout du diesel parvienne jusqu'aux voyageurs. En fait ces pollutions sont rares, de peu d'importance quantitative et qualitative. Elles sont destinées à disparaître dans l'avenir. Aussi ne ferons-nous que les mentionner sans les retenir.

Plus importantes déjà sont les pollutions de l'air par les résidus de l'activité humaine dans un espace restreint. La fumée de tabac, les odeurs d'aliments déballés au cours du voyage, les parfums qui entrent en réaction avec les corps gras de la peau représentent autant de causes de viciation de l'atmosphère.

Cependant la cause majeure reste la pollution d'origine physiologique.

A - Les pollutions de l'air d'origine physiologique

La pollution de l'air est le fait de la présence de produits provenant de l'air expiré ainsi que des substances excrémentielles volatiles provenant en particulier de la sueur et de la respiration cutanée. Elle est ainsi d'ordre chimique. Mais elle est aussi d'ordre physique et parfois d'ordre bactériologique.

a - Pollution d'ordre chimique

La pollution d'ordre chimique peut-être

- 1 - d'origine respiratoire
- 2 - d'origine non respiratoire
- 3 - d'origine mixte.

1 - Pollution chimique d'origine respiratoire

Les différences d'analyse entre l'air inspiré et l'air expiré permettent de calculer la composition de l'air alvéolaire. Elle est la suivante : Azote, 78 % - Argon, 1 % - Oxygène, 17 % - CO_2 , 4 % . Quant à l'eau elle est proche de la saturation à 37° c'est-à-dire environ 40mg/m³

Les modifications de l'atmosphère se feront dans le sens suivant :

La quantité d'oxygène soustraite à l'atmosphère en une heure à raison de 16 inspirations par minute sera de 21,6 l. le sujet étant au calme. A chaque inspiration de 500 cm³ le volume de O_2 soustrait sera :

$$\frac{500 \times 20,9}{100} - \frac{500 \times 16,4}{100} = 22,5 \text{ cm}^3$$

$$20,9 = \% \text{ en vol. d}'\text{O}_2 \text{ inspiré}$$

$$16,4 = \% \text{ en vol d}'\text{O}_2 \text{ expiré}$$

A raison de 16 inspirations/minute, la consommation en 1 h sera :

$$0,0225 \text{ dm}^3 \times 16 \times 60 = 21,6 \text{ dm}^3$$

La quantité d'anhydride carbonique déversée dans l'atmosphère entraîne une augmentation notable du taux de CO_2 s'expliquant aisément par le fait des combustions organiques. L'élimination horaire de CO_2 sera de 20l environ pour un sujet au repos. On conçoit ainsi très bien que le taux de CO_2 arrive à dépasser 1 à 2 pour 1000. Cette concentration n'est pas toxique, mais elle n'est pas confortable.

La quantité de vapeur d'eau est, nous l'avons vu, variable dans l'atmosphère mais la quantité dégagée par la respiration représentera environ 480 g/ 24 h soit 20 g en une heure chez le sujet au repos, correspondant seulement à une partie de l'eau fournie à l'atmosphère ambiante par le sujet.

2 - Pollutions chimiques d'origine non respiratoire

Sur les 1500 g de vapeur d'eau rejetée en 24 heures par le corps humain à l'état de repos, l'eau dégagée par la respiration s'élève à environ 500 g tandis que l'eau sudorale atteint 900 à 1000 g, exactement 960g/ 24 h c'est-à-dire environ les 2/3 du total.

La sueur ainsi excrétée contient, qualitativement au moins les mêmes éléments que l'urine. A côté d'éléments minéraux tels que les chlorures ou les phosphates on y met en évidence des composés organiques azotés dont l'urée est le type et qui sont très altérables. Leur décomposition hydrolytique contribue à vicier l'air ambiant en provoquant la formation de produits malodorants qui sont à la base de l' "odeur de renfermé"

3 - Pollutions chimiques d'origine mixte - Anthropotoxines

A côté de ces éléments gazeux ou volatils, l'air expiré, ainsi que la sueur contiennent d'autres produits d'excrétion provenant du métabolisme cellulaire dont l'étude a été effectuée par Brown-Séguard et d'Arsonval.

Ces auteurs ont en effet démontré que l'homme secrète par ses poumons et par la peau une toxine volatile à 37° mais susceptible de se condenser dans la vapeur d'eau quand celle-ci atteint son point de rosée.

Il s'agirait de sels ammoniacaux plus ou moins volatils (Henriet) d'une amine volatile favorisant la virulence et la prolifération des micro-organismes (Trillat), d'un produit de dégradation normale des protéines (Arloing)

A ces produits il faut ajouter certains corps présents dans les gaz intestinaux : méthane, hydrogène sulfuré, phénol, scatol. Enfin des aldéhydes et des acides gras volatils sont dégagés par les téguments.

b - Pollutions d'ordre physique

Des individus séjournant dans un local de dimensions insuffisantes provoquent l'apparition d'une buée intense sur les vitres et la température s'élève, au point que l'on observe une congestion plus ou moins accentuée sur le visage des occupants. Ces malaises s'atténuent sans toutefois disparaître par brassage de l'air ambiant. L'élévation de la température et du degré hygrométrique ainsi que l'immobilité de l'air troublent en effet la fonction thermorégulatrice de notre organisme.

On sait qu'un adulte au repos produit environ 2.400 cal/24 h soit 100 cal./heure lorsqu'il séjourne dans une atmosphère entre + 20° C et + 22° C dont l'humidité relative est à 50 %, la vitesse de l'air à 0,5 m/sec et les parois à la température de + 18° C.

L'importance de la déperdition de chaleur dépend aussi du travail physique accompli avant la période de repos, de l'état de digestion ou de jeûne, de la quantité ou de la qualité de l'alimentation, de la taille et du poids, de l'âge, du sexe, de la race.

Les calories peuvent être considérées comme un déchet dont l'organisme doit se débarrasser. Pour vaporiser l'eau pulmonaire et la sueur il utilisera environ le 1/3 de ces calories, le reste soit 66 cal/h constituant la perte par rayonnement, convection et conduction provoquant l'élévation de la température de l'atmosphère.

La régulation thermique devient d'autant plus difficile que la température ambiante tend à se rapprocher de celle du corps et cette égalisation conduit à la suppression de la perte de calories par rayonnement. Toute l'élimination de la chaleur sera dès lors demandée à l'évaporation pulmonaire ou cutanée. Or, l'une et l'autre sont fonction de la température et de l'état hygrométrique de l'atmosphère. La sueur voit son évaporation compromise par l'immobilité de l'air ainsi que par sa saturation. L'évaporation pulmonaire ne dépend, elle, que du degré de saturation.

Si les possibilités de déperdition de chaleur par l'organisme sont compromises par suite des circonstances précédentes il se produira une

hyperthermie croissante dont les conséquences peuvent être graves surtout pour les jeunes enfants dont le système thermo-régulateur n'est pas encore très assuré.

c - Pollution d'ordre bactériologique

L'atmosphère des lieux où séjournent des êtres vivants contient toujours des germes microbiens en nombre très variable dont l'immense majorité est d'ailleurs saprophyte. Les germes sont véhiculés par les poussières ou les gouttelettes d'eau en suspension sous forme d'aérosols (Flügge)

Les germes pathogènes sont en général assez rares et leur virulence a tendance à s'atténuer rapidement car ils sont détruits par les radiations actiniques. Leur présence ne peut être le fait que d'une contamination récente. Toutefois ils peuvent persister dans les atmosphères confinées par suite de leur dispersion sous forme d'aérosols dans les gouttelettes d'eau tenant en suspension des produits volatils azotés, milieu favorable à leur prolifération (Trillat)

De telles conditions sont réalisées sur les lignes de banlieue où aux heures de pointe les trains bondés obligent à une promiscuité réelle, réduisant considérablement la distance séparant les voyageurs déjà malades de ceux qui sont indemnes. Nombre de maladies contagieuses peuvent ainsi être transmises dont la plus courante est la grippe. Ce risque ne comporte aucune prévention réelle.

En fait la pollution bactériologique n'intervient pas dans le mécanisme des malaises éprouvés dans les atmosphères confinées.

Toutefois au confinement vient s'ajouter la promiscuité qui est un facteur de dispersion puissant des germes pathogènes dans le cas de présence de contagieux ou de porteurs de germes.

B - Retentissement sur l'organisme du séjour en atmosphère confinée

Hill et Flack ont étudié les manifestations de sujets placés pendant plusieurs heures dans une cabine vitrée close, en notant les variations de la température et de l'état hygrométrique. Tant que la température et l'humidité restent modérées, les sujets en expérience ne ressentent aucun malaise. L'augmentation de la température au-delà de 25°, l'humidité étant faible, ou au-delà de 20° l'humidité étant élevée, entraîne somnolence avec vertiges et céphalées. Si les mêmes sujets enfermés dans la cabine respirent, non plus de l'air confiné mais de l'air pur pris à l'extérieur et ramené aux mêmes valeurs pour la température et l'hygrométrie les malaises observés ne sont ni retardés ni amoindris.

Inversement, si l'on fait respirer par des masques appropriés cet air usagé des cabines à des sujets maintenus à l'extérieur dans des conditions normales de température et d'hygrométrie, on ne constate aucun trouble quelle que soit la proportion d'anhydride carbonique de l'air usagé. Cet air pollué est inoffensif.

Enfin si l'on se contente de brasser l'air de la cabine sans le renouveler, les troubles apparaissent plus tardivement.

Les malaises ressentis s'expliquent ainsi. Si l'organisme réagit relativement facilement aux basses températures par accroissement de la production de chaleur, la défense contre l'élévation de température est beaucoup moins parfaite. Elle n'est réalisée que par la sécrétion et l'évaporation de l'eau de l'organisme. On observe une vasodilatation des capillaires de la peau ce qui provoque l'arrivée d'une grande quantité de sang à la surface du corps. La sensation de malaise que l'on éprouve résulte de l'ischémie et de l'anémie des organes internes et du cerveau, expliquant l'état d'asthénie et de fatigue observé lors d'un séjour prolongé dans une telle atmosphère. En même temps, le coeur dépense un supplément précieux d'énergie pour envoyer plus de sang à la périphérie d'où risque d'hypotension par défaillance du système vaso-moteur. La vasodilatation des capillaires augmente la sudation et l'évaporation de la sueur si l'air n'est pas trop chargé d'humidité. Dans l'air confiné cette évaporation est gênée

en raison de l'accroissement du degré hygrométrique avec le confinement. En gênant l'évaporation, l'humidité aggrave l'influence de la température extérieure sur le corps.

En conclusion de cet exposé, on est amené à penser que le bien-être des individus séjournant dans un espace déterminé est surtout fonction de la température, du degré d'humidité du mouvement de l'air et de la température des parois.

Les malaises ressentis en atmosphère confinée sont dus, non pas spécialement à des facteurs d'origine chimique ou bactériologique, mais essentiellement à des facteurs physiques ou physiologiques à savoir la difficulté d'évaporation de l'eau en raison du degré hygrométrique élevée de l'air et d'autre part la perturbation du mécanisme thermorégulateur de l'organisme, en raison de l'élévation de la température.

III - Le confort aéro-thermique

A - Les éléments

a - Le cube d'air

Nous le calculerons en tenant compte non seulement, 1) du volume d'air renfermant la quantité de O_2 indispensable à la vie mais aussi 2) du volume d'air nécessité par l'élimination des pollutions.

1.- La consommation tissulaire d'oxygène est pour un adulte au repos d'environ 22 l/h. Tout l'oxygène n'étant pas absorbé il faut compter qu'une quantité au moins triple est nécessaire, que l'on fixe habituellement à 70 l/h permettant d'assurer les besoins de base.

Le cube d'air horaire sachant que l'air respiré renferme 20 % d'oxygène sera de $70 \text{ l/h} \times 5 = 350 \text{ l/h}$. C'est là, nous semble-t-il un minimum.

D'autres auteurs, en effet, partent de la notion d'air courant évalué à 0,5 par inspiration. Au rythme de 16 inspirations par minute on arrive à un chiffre d'air courant horaire de 480. On retrouve par ailleurs à peu près le même résultat en se rapportant à la quantité d'air nécessaire pour assurer l'hématose

des 20 000 l de sang qui passent par jour à travers le coeur et que l'on calcule égale à 10 000 à 12 000 l d'air/j ou 415 à 500 l/h.

Nous pouvons donc fixer la quantité d'air nécessaire à un individu pour éviter un état anoxique à $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$.

2 - En fait, la ventilation, relativement réduite, qui serait suffisante pour assurer les besoins en oxygène reste de beaucoup inférieure à celle qui est nécessaire pour l'élimination des pollutions.

En effet la quantité d'air à introduire doit être telle que la quantité d'anhydride carbonique ne dépasse pas 10/10 000. Or l'air contient déjà normalement 3/10 000, c'est-à-dire 3 l de CO_2 pour 10 000 l d'air. Le taux limite de viciation sera donc atteint lorsque, par l'air expiré 7 l de CO_2 seront expulsés dans une atmosphère de 10 000 l. Comme un adulte au repos produit environ 20 l de CO_2 par heure, ces 20 litres seront éliminés par un renouvellement d'air tel que $\frac{10\,000 \times 20}{7} = x$ ou $x \neq 28\,600$ l soit environ 30 m^3 d'air à l'heure.

De la même façon on peut calculer le cube d'air destiné à permettre l'élimination de l'eau. Un individu au repos dans un milieu à $+ 20^\circ \text{C}$ rejette au total 60 g au moins de vapeur d'eau par heure dont 20 g par la respiration et 40 g par la perspiration cutanée. Or à 20° température moyenne pour un sujet au repos, 1 m^3 d'air à saturation contient environ 18,14 g de vapeur d'eau soit 9,07 g à demi-saturation et 12,09 g aux deux tiers de saturation. Si l'air extérieur est à demi-saturation ce qui est le cas moyen, et si par confinement l'atmosphère devient saturée aux deux tiers, chaque mètre cube contient, en plus : $12,09 \text{ g} - 9,07 \text{ g}$ soit à peu de chose près 3 g de vapeur d'eau. L'augmentation du degré hygrométrique de 50 % à 66 % se traduisant par une surcharge d'eau de 3 g/ m^3 à $+ 20^\circ \text{C}$ correspond à une élimination par le sujet de 60 / h d'eau. L'entraînement de ces 60 g nécessitera l'introduction d'un volume d'air de $1 \text{ m}^3 \times \underline{60} = 20 \text{ m}^3$ d'air.

Enfin l'élimination des odeurs en particulier celle de la fumée de tabac n'a pu être obtenue que par un entraînement de l'air destiné non seulement à les diluer mais aussi à éviter qu'elles se fixent par les aménagements intérieurs rendant ultérieurement

leur désodorisation encore plus difficile. Un débit de 25 à 30 m³/h s'est révélé nécessaire et suffisant.

b - Température - Humidité - Vitesse - Paroi

Nous avons vu qu'un adulte perdait au repos, dans une atmosphère entre + 20° C et + 22° C dont l'humidité relative est à 50 % la vitesse de l'air étant fixée à 0,5 m/sec et la paroi à + 18° C une quantité de chaleur de 100 Cal/ h

Sur ces 100 Cal/ h, 33 Cal/ h sont employées à la vaporisation de l'eau pulmonaire et de la sueur, le reste soit 66 Cal/ h répartis entre les pertes par rayonnement, 40 Cal/ h, et par convection, conduction, 25 Cal/ h.

Ce qui nous intéresse à fixer est la température résultante dépendant de la température de l'air, de son degré d'humidité relative, de la vitesse de son déplacement, de la température de la paroi et de son coefficient de radiation.

La température de l'air joue un rôle sur la fonction thermo-régulatrice de l'organisme soit en commandant l'évaporation de l'eau soit en modifiant les échanges par convection.

L'humidité influe, elle aussi sur l'évaporation de l'eau de l'organisme constituant une sorte d'écran absorbant la radiation thermique. Son rôle est considérable. Dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau une température de + 10° C semble idéale. Les variations comprises entre + 17° C et + 22° C entraînent une adaptation du système vaso-moteur et maintiennent la sensation de confort. Si l'humidité relative est à 50 % en atmosphère animée d'une vitesse de 0,5 m/sec, la température de confort se situera à + 22° C. Si l'humidité relative augmente jusqu'à 66 % la température optima descend à 21°. Si au contraire, l'humidité relative diminue à 33 % la température montera à 23°. La sensation de confort persiste lorsque la température s'abaisse ou s'élève de 2° C. Il faut noter enfin que les modifications dans l'habillement permettent de maintenir la sensation de confort malgré des variations plus

importantes de la température. Aussi lorsque l'humidité est de 50 % la température de confort est de + 16° C à + 18° C si le sujet porte des vêtements d'hiver, tandis qu'elle est de + 22° C à + 24° C s'il endosse des vêtements d'été.

La vitesse de l'air est un des facteurs les plus importants de la température résultante.

A + 18° C un mouvement d'air d'une vitesse supérieure à 0,50 m/sec donne déjà une sensation désagréable de froid. Aussi l'air doit-il être propulsé par un dispositif évitant que la vitesse et le bruit du courant d'air ne soient gênants pour les occupants.

La température de la paroi et son coefficient de radiation jouent un rôle important dans l'équilibre thermique et le confort des usagers. Les échanges de chaleur par rayonnement l'emportent de loin sur ceux provenant de la conduction, de l'évaporation et de la convection, tout au moins lorsque la vitesse de l'air reste dans les limites normalement admises. En pratique un écart de température de 10° C entre la température intérieure chaude et celle de la paroi froide est éprouvé désagréablement.

B - Données pratiques

En envisageant la question du confinement sous un angle pratique, la Société américaine de chauffage et de ventilation a recherché sur des groupes d'individus les conditions de température d'humidité et de mouvement de l'air capables de donner la sensation de confort optimum.

En faisant séjourner ces sujets dans des chambres dont la température, le degré hygrométrique, le facteur d'évaporation, le mouvement de l'air étaient variables et mesurables, elle a établi des abaques donnant de la sensation de confort les différents paramètres. Elle a ainsi déterminé que le confort pourrait être obtenu par une atmosphère à + 17°8 C calme et saturée de vapeur d'eau, ou par une atmosphère calme à 21° 1 C dont l'état hygrométrique est de 50 % ou par une atmosphère saturée à + 21° C

animée d'une vitesse de 0,50 m/sec. Ces différentes atmosphères sont à la même "température effective" puisqu'elles donnent toutes la même impression de confort. Nous avons nous-mêmes pratiqué des expériences de cet ordre nous amenant à préciser que pour une personne au repos, en tenue de ville, la température extérieure étant aux environs de 10° la sensation de confort est réalisée pour un renouvellement d'air de 25 à 30 m³ par heure et par personne à une température de + 20° C à 22° C et à un degré hygrométrique de 40 %, la vitesse de l'air restant inférieure ou au plus égale à 0,5m/sec et les parois à 1 m du sujet étant à + 15° C.

Il serait toutefois anormal de fixer une température et une humidité immuables quand les conditions extérieures varient. Pour l'hiver, en fait, la température sèche extérieure, seule importe. Que l'air extérieur ait à 0° C un degré hygrométrique de 50 % ou de 75 % la différence est faible au point de vue des calories à fournir. Pour l'été par contre l'état hygrométrique extérieur est plus important à envisager que la température sèche car il convient de rafraîchir l'air extérieur sans élever son état hygrométrique de façon telle qu'il y ait saturation ou même condensation.

Il faudra également tenir compte des calories échangées par la voiture par rayonnement et par convection, chiffre pouvant se révéler important au coeur de l'hiver comme en plein été.

IV - Réalisations

A - Cube d'air

Le cube d'air est pour un compartiment d'environ 10 m³ en 1ère classe et 8 m³ en 2ème classe, le couloir ayant un volume aux environs de 40m³. Les voitures-coach ont approximativement un volume global de 120 m³.

Le renouvellement de l'air ne pose à l'heure actuelle pas de problème ni quantitatif, ni qualitatif, les baies vitrées à glaces coulissantes ou semi-coulissantes se chargeant rapidement de modifier l'atmosphère.

D'autre part, certaines voitures présentent des lanterneaux d'aération appelés "aérateur statiques" sortes de manches à air faisant correspondre l'intérieur de la caisse avec l'extérieur à travers le pavillon. Un regard en tôle découpée avec clé de manoeuvre permet de les ouvrir ou de les fermer. Ils ne se révèlent efficaces que lorsque le train est animé d'une certaine vitesse. En fait la majeure partie de l'air qui pénètre dans la voiture lorsque les baies sont fermées filtre à travers les joints des baies et des portes. Il n'en sera pas de même dans l'avenir où, la vitesse d'exploitation s'élevant, les baies deviendront fixes et où la traction étant électrique ou diesel, l'énergie nécessaire au conditionnement pourra être "montée" à bord.

B - Chauffage. Réfrigération

Avant d'aborder le problème du chauffage et de la réfrigération se traduisant en fait par un apport ou un retrait de calories au milieu intérieur, on comprend que l'on cherche à réduire les pertes caloriques à leur minimum. Aussi s'attache-t-on à rendre l'isolement le plus efficace possible.

a - L'isolation

Des séries d'expériences ont permis de déterminer de façon assez précise, la valeur des échanges de chaleur pour les différentes parties de la voiture à des températures et à des vitesses diverses. On en est arrivé à la conclusion que la plus grande partie en calories se faisait par le plancher qui à chaque instant du parcours rayonne vers le sol une chaleur immédiatement perdue par suite du déplacement de la voiture en marche et du courant d'air ainsi créé. On a donc cherché, non seulement à isoler le plancher de façon efficace mais aussi à caréner le dessous de la voiture. L'isolement du plancher et son carénage posent encore des problèmes techniques délicats à résoudre, les principaux organes de la voiture devant rester immédiatement et directement accessibles.

L'insolation, par contre, se fait surtout par le pavillon. Là, la solution consiste en un bon isolement du pavillon et en l'utilisation de métaux polis -acier inoxydable- ou de peintures claires et lisses réfléchissant le rayonnement solaire - peinture aluminium par exemple-. Ces dernières solutions seront peut-être un jour valables lorsque la traction électrique ou diésel aura remplacé la traction à vapeur. Elles ne peuvent encore recevoir d'application. Le problème reste posé de façon nette quand on sait qu'une rame en stationnement sous un soleil d'été, même dans nos climats tempérés voit sa température intérieure monter à + 45° C quel que soit le pavillon des voitures. Le seul remède, ici, est le conditionnement d'été par réfrigération.

Un autre endroit où les échanges caloriques restent importants est l'extrémité de la voiture. Les portières, les soufflets si peu étanches les toilettes où l'aération devient parfois une nécessité, font de la plate-forme un lieu souvent froid et traversé de courants d'air. Aussi a-t-on essayé de la séparer des aménagements intérieurs de la voiture par une porte, soit pivotante, soit coulissante cherchant ainsi à établir un sas permettant un passage segmenté et réduisant la perte calorique. Les voitures les plus récentes possèdent en plus une porte coulissante à fermeture automatique séparant la plate-forme des aménagements du soufflet et installée dans le même but.

Les baies vitrées occupent environ 1/5 de la surface totale extérieure. C'est dire l'importance qu'elles peuvent avoir dans les échanges caloriques. Si, actuellement, les glaces étant demi-coulissantes il est indifférent qu'elles soient simples ou doubles il en sera autrement dans l'avenir où la double glace, déjà en service sur certaines rames rapides ayant à traverser des climats à tendance continentale, s'imposera, permettant la présence d'un matelas d'air réduisant les échanges caloriques. Des jalousies à lattes réfléchissantes peuvent participer à la réflexion calorique tout en permettant une vue sur l'extérieur.

L'isolement de la caisse elle-même est un problème étudié depuis longtemps. Différents matériaux ont été utilisés pour occuper l'espace compris entre les parois intérieure et extérieure de la caisse. Le varech

Le kapock, le feutre et le liège ont été abandonnés car putrescibles. Des expériences ont été tentées avec de la collophane gaufrée utilisée ainsi sur les wagons-isothermes. Le choix actuel s'est porté sur la laine de verre, excellent isolant, imputrescible et de prix de revient relativement modique. Le feutrage est d'épaisseur variable, souple, se déroulant comme un tissu et sa fixation est facile. Les parasites ne s'y logent pas volontiers.

Les essais de Laboratoire et les essais sur les voitures sont en accord. Il faut dire qu'en fait, les différences entre les procédés d'isolation se sont révélées très faibles.

Les projets pour constituer des parois isolantes complètes doivent tenir compte, de la nécessité de supprimer les continuités métalliques, de l'intérêt d'utiliser des lames d'air dont les mouvements de convection sont freinés au maximum, de l'intérêt d'enfermer ces lames d'air entre des surfaces lisses et réfléchissantes afin d'allier l'isolation acoustique à l'isolation thermique.

b - Le chauffage

Il faut savoir que, très schématiquement, des masses d'air à des températures différentes n'ont pas une tendance spontanée à se mélanger. Il se crée plutôt des courants de convection et de réflexion où se juxtaposent des veines d'air à des températures et des vitesses différentes.

- Différents types de chauffage

Le chauffage autonome constitue l'exception. On le trouve sur les autorails et principalement sur les remorques d'autorails. C'est alors un chauffage central classique fait d'une chaudière alimentée au charbon cédant ses calories à un circuit d'eau qui les cède à son tour à l'atmosphère au niveau de radiateurs. Cependant, tous les radiateurs se trouvant sur un même niveau horizontal et la circulation par différence de température et gravité ne pouvant ainsi jouer, on a été amené à installer

des "pulseurs" qui chassent l'eau chaude vers l'extrémité de la voiture et permettent ainsi une répartition meilleure des calories distribuées.

Sur d'autres autorails, l'eau de refroidissement du moteur a été utilisée comme fluide de chauffage. Elle s'est souvent montrée insuffisante. Un autre procédé consiste à se servir des gaz d'échappement du moteur pour élever la température d'un circuit d'eau pulsé ensuite dans des radiateurs. Ce procédé ne s'est pas révélé satisfaisant.

Les gaz d'échappement du moteur ont aussi été utilisés pour chauffer des bouilleurs renfermant de l'eau. La vapeur dégagée réchauffe l'atmosphère par l'intermédiaire d'un circuit d'air.

Enfin, un procédé plus récent consiste en un brûleur alimenté par du fuel vaporisé élevant la température d'une veine d'air prise à l'extérieur chauffée puis pulsée dans la voiture. Des précautions ont été prises pour éviter le danger d'un mélange d'air aspiré avec l'oxyde de carbone des gaz de combustion du fuel.

Le chauffage le plus répandu est encore le chauffage par radiateur, l'énergie étant fournie soit par la vapeur d'eau, soit par l'électricité. Sur les lignes électrifiées, les trains composés en matériel non muni de chauffage électrique sont chauffés à l'aide d'un véhicule pourvu d'un générateur à vapeur appelé "fourgon-chaudière" et placé en principe en tête du train.

Le chauffage par la vapeur est obtenu par l'emploi de la vapeur par la locomotive ou le fourgon chaudière et distribué sur toute la longueur de la rame à chauffer par une conduite générale calorifugée dont les éléments installés sous chaque véhicule sont reliés entre eux au moyen de demi-accouplements articulés ou flexibles. De la conduite générale, la vapeur est admise dans les appareils de chauffage de chaque véhicule. Le chauffage par l'électricité est obtenu par l'emploi du courant de traction capté par la locomotive ou l'automotrice et distribué sur toute la longueur de la rame à chauffer par une canalisation principale installée sous chaque véhicule. L'accouplement est

réalisé au moyen de callots mobiles et de coupleurs fixes. De la canalisation principale le courant passe dans les appareils de chauffage.

Ces appareils de chauffage sont du type radiateur, habituellement placés sous les banquettes au ras du sol. A cette disposition nous préférons celle consistant à placer le radiateur sous la baie vitrée et de chaque côté de la porte du compartiment, en le suspendant à une vingtaine de cm du sol. On permet ainsi la création d'un courant de convection d'air qui descendant froid le long des vitres vient se réchauffer au contact du radiateur et est redistribué dans l'atmosphère. Par ailleurs on dégage alors entièrement le dessous de la banquette ou des sièges où trop fréquemment le voyageur jette des détritux de toutes sortes, alimentaires souvent, qui risquent de fermenter et de dégager des odeurs incommodes. Enfin on évite au voyageur ou tout au moins on atténue les malaises dus à la congestion pelvienne résultant d'une longue position assise sur un siège parfois très chauffé. Le réglage du chauffage se fait, soit par régulation manuelle des robinets de réglage -vapeur-, ou des interrupteurs de courant, -électricité-, placés dans chaque compartiment ou en certains points des véhicules permettant de mettre le chauffage en action, de le modérer ou de l'interrompre, soit par régulation automatique, le maintien de la température à une valeur convenable étant obtenu automatiquement par l'action de thermostats ou d'un régulateur de température qui provoque on interrompt l'alimentation des radiateurs. A noter que les installations de chauffage à régulation automatique ne fonctionnent correctement que si l'envoi de vapeur ou de courant électrique est continu.

Le chauffage par air pulsé à régulation thermique tend à se généraliser. Il n'est, en fait, qu'une solution de transition entre le chauffage par radiateur et le conditionnement d'air. Sous chaque voiture, on dispose dans un coffre commun bien calorifugé un réchauffeur d'air par la vapeur et un réchauffeur d'air par l'électricité. L'air froid extérieur aspiré par un ventilateur à travers un filtre est refoulé d'abord sur les réchauffeurs puis dans une gaine de distribution calorifugée sur laquelle sont branchées des bouches alimentant en air chaud les compar-

timents et le couloir. Il n'y a plus alors pour chaque mode de chauffage à vapeur et électrique qu'un seul appareil réchauffeur à alimenter par voiture. La mise en action est automatique par rhéostat thermosensible placé à l'intérieur de chaque compartiment. Dans les deux cas, chauffage à vapeur et chauffage électrique, un dispositif central de régulation automatique maintient la température intérieure des voitures proche de + 22° C. Le chauffage de voitures circulant entre pays différents doit pouvoir fonctionner avec des courants différents. En France le chauffage électrique est alimenté en 1500 u continu mais il n'en est pas de même dans d'autres pays. On est donc conduit à modifier les branchements électriques pour chaque tension utilisant pour ce faire un "combinateur" protégé par un sélecteur.

Les voitures modernes françaises sont livrées avec un chauffage à air pulsé intégral à régulation automatique. Ce mode de chauffage ne comporte pas de radiateurs de compartiments. Il permet en outre une abondante aération.

Le chauffage mixte est réalisé dans des pays dont le climat présente des variations assez importantes de température. Il représente, lui aussi, une formule de transition, proche du conditionnement dont il est souvent le complément. Réfrigération de l'air en été, léger réchauffement en hiver. Le chauffage proprement dit est assuré par des radiateurs alimentés à la vapeur ou à l'électricité. Il est possible qu'un jour il le soit par les parois.

- Le chauffage préalable ou pré-chauffage

Il nous faut mentionner la nécessité du pré-chauffage des voitures avant leur départ, un certain temps étant nécessaire pour élever la température de masses d'air aussi importantes et subissant des déperditions aussi considérables.

Le chauffage préalable est appliqué aux trains et autorails dans les gares de formation ainsi qu'aux véhicules à incorporer.

Il est assuré par différents moyens, soit par des installations fixes telles que chaudière à vapeur, ou prise de chauffage électrique, soit

par la locomotive titulaire du train ou le fourgon chaudière qui y est attaché, soit par des locomotives de manoeuvre installées pour ce service. Certains grands centres ferroviaires ont utilisé le chauffage urbain pour assurer le préchauffage des voitures.

- Mise en action du chauffage

La mise en action du chauffage pour les trains rapides, express, et omnibus est prescrite en France dès que la température à l'ombre est égale ou inférieure à $+ 13^{\circ} \text{C}$. Dans certaines régions plus froides la mise en chauffage a lieu dès que la température descend au-dessous de $+ 16^{\circ} \text{C}$. Compte tenu des données que nous avons précédemment développé, les trains de banlieue ne sont chauffés aux heures d'affluence que lorsque la température extérieure est inférieure à $+ 10^{\circ} \text{C}$ et même pour les trains de la banlieue Ouest roulant sur la première zone, le chauffage n'entre en action que lorsque la température tombe au-dessous de $+ 5^{\circ} \text{C}$.

La régulation du chauffage reconnaît trois zones de température :
1) une zone de températures inférieures à $+ 5^{\circ} \text{C}$ ou le chauffage doit être au maximum, 2) Une zone comprise entre $+ 5^{\circ} \text{C}$ et $+ 13^{\circ} \text{C}$ où le chauffage sera modéré, 3) Une zone de températures supérieures à $+ 13^{\circ} \text{C}$ ou le chauffage doit être interrompu.

Cette régulation est obtenue collectivement au niveau de la machine ou de la voiture et individuellement au niveau du compartiment par commande automatique ou manuelle.

En plus certaines voitures à chauffage électrique munies de la régulation automatique comportent un dispositif jour-nuit à commande manuelle permettant d'augmenter de 2°C environ la température des compartiments la nuit.

c - Réfrigération

La réfrigération n'est pas installée sur la plupart des voitures circulant sous nos latitudes. Elles n'apparaît que sur les voitures à air conditionné. Elle est devenue une nécessité sur les trains en exploitation dans les pays tropicaux.

Nous l'étudierons de plus près dans le chapitre traitant du conditionnement de l'air.

Il faut seulement savoir que les essais de réfrigération de l'air par la glace ou la neige carbonique ont été abandonnés. Seul le système par compression détente est actuellement utilisé.

IV - Conditionnement d'air

A - Précautions

Pour réaliser un bon conditionnement d'air, il convient tout d'abord de se mettre à l'abri des causes de viciation normalement évitables de l'atmosphère dues à la négligence des voyageurs. A cet effet la méthode prophylactique la plus efficace est l'application des prescriptions usuelles d'hygiène relatives à la propreté des locaux publics. Certains réseaux placent en évidence des corbeilles dans lesquelles peuvent être déposés les détritrus, alimentaires en particulier.

Le risque d'incendie que font courir ces corbeilles dans lesquelles une cigarette encore allumée peut mettre le feu a été fortement diminué par l'utilisation de corbeilles à couvercle basculant dont la seule position spontanée est la fermeture et qui retombe de lui-même dès que la main le lâche. Nous verrons plus loin en étudiant les voitures-restaurant le double intérêt pour le voyageur d'y aller consommer : nourriture saine et meilleur conditionnement de l'air de la voiture par disparition des déchets alimentaires. Il y a là, de toute façon, une éducation sanitaire du public à entreprendre et à guider.

B - L'air conditionné

a - La prise d'air

Il est important que la prise d'air puisse se faire, non directement à l'extérieur ce qui gaspille une énergie calorifique considérable pour

élever cet air à la température désirée, mais à l'intérieur d'un sas ou l'air prélevé a déjà été réchauffé par les gaines rejetant à l'extérieur l'air usé chaud.

Dans le même but d'obtenir un air déjà réchauffé on utilise le procédé de la recirculation qui emploie non pas uniquement de l'air neuf mais aussi l'air de reprise de la voiture, air dont on corrige le mieux possible les pollutions chimiques physiques et bactériologiques et que l'on mélange, à l'aide d'un siphon de débit constant, à une faible proportion d'air froid convenablement équilibré.

Ce préconditionnement de l'air est préférable à l'introduction directe dans la voiture de quantités même minimales d'air froid qui tombant par gravité provoque chez le voyageur une impression désagréable.

b - Le conditionnement

Tous les appareils utilisés doivent être de conception simple, robustes et indéréglables.

L'air préconditionné est dépoussiéré par des filtres métalliques à huile dont le remplacement n'est nécessaire que tous les 50 000 Km. Ils ont été préférés aux filtres à nappe de coton réalisant peut-être un meilleur dépoussiérage mais s'encrassant trop vite.

On a cherché ensuite à purifier et à désodoriser l'air par l'ozone, mais si le pouvoir désodorisant de ce gaz est incontestable, son pouvoir bactéricide est insuffisant au taux auquel on l'emploie.

L'air est alors soumis suivant la saison, soit à un réchauffement par résistances électriques, soit à une réfrigération par serpentins réfrigérants.

En hiver, l'air pris à l'extérieur contient toujours une faible quantité de vapeur d'eau. Cet air mélangé à l'air de reprise voit son degré hygrométrique augmenter et atteindre un degré suffisant.

En été le conditionnement consiste en un rafraichissement et une déshumidification. L'air extérieur est refroidi par abaissement de

sa température qui ne lui laisse que le degré hygrométrique correspondant à la quantité de vapeur saturante à cette température. Hors de son réchauffement son degré hygrométrique baissera.

c - Le soufflage

L'air conditionné est alors soufflé par un ventilateur électrique dans des conduits calorifugés. La puissance du ventilateur doit être calculée non seulement pour permettre un débit suffisant correspondant aux normes que nous avons fixées antérieurement mais aussi pour assurer une légère surpression dans le local. Cette surpression facilite la chasse de l'air usé et évite l'irruption d'air non conditionné.

Les conduits d'air se divisent en gaines de plus faible diamètre. Les gaines aboutissent à des diffuseurs d'air placés suivant les cas soit au plafond soit souvent au-dessus de la baie vitrée.

L'air usé est repris par des ventilateurs qui le rejettent à l'extérieur.

d - Le réglage

Le réglage du conditionnement se fait automatiquement par "palpeur" thermosensible. Le voyageur n'intervient à aucun moment dans le réglage. On a vérifié qu'un écart de 2° C en deçà ou en delà de la température optima déclenche la mise en route du conditionnement.

e - Remarques

Le conditionnement d'air exige une dépense d'énergie importante ; 25 Kw par voiture sous forme de calories ou des frigories, qu'il était impossible de demander à la dynamo d'essieu.

Il a donc fallu l'évolution vers la traction électrique ou diésel pour que le conditionnement puisse devenir une réalité.

Nous avons nous-mêmes pratiqué des expériences de conditionnement et notre attention a été attirée par l'importance que l'on doit donner à la forme des conduits et des gaines, à leur raccordement, au branchement des diffuseurs. Il faut aussi tenir grand compte des matériaux dont ils sont constitués, non seulement au point de vue de leurs qualités isolantes mais aussi au point de vue de leur maniabilité. Certaines gaines en matières plastiques donnent d'excellents résultats. Enfin il n'est pas indifférent que l'air arrive en jet compact ou qu'il soit laminé, et son mode de dispersion dans l'atmosphère influe considérablement sur la qualité du conditionnement.

f - Résultats

Les installations de conditionnement d'air ne sont pas une vue de l'esprit. Elles fonctionnent déjà sur certaines rames diésel modernes assurant des liaisons à grande distance. Ces rames sont équipées d'installations de conditionnement à haute pression de type moderne ayant déjà fait leurs preuves sur un certain nombre de véhicules.

En été ces installations assurent la ventilation et la réfrigération des locaux en question, en hiver leur ventilation et leur chauffage.

L'air atmosphérique au volume de 25 m³/h/voyageur après avoir été filtré et préchauffé ou préréfrigéré est amené à des éléments placés sous les baies des locaux destinés aux voyageurs par des gaines. Aux extrémités de ces gaines sont montées directement des plaques porte-tuyères à travers lesquelles l'air conditionné entre dans la partie inférieure des éléments en aspirant en même temps une certaine quantité d'air ambiant. Le mélange ainsi obtenu (air extérieur + air du compartiment) traverse les éléments contenant d'une part des cannes chauffantes électriques, d'autre part des serpentins refroidisseurs, et où il bénéficie d'un appoint, soit de chauffage, soit de refroidissement selon le réglage de thermostats disposés dans les locaux intéressés. Dans les compartiments ce sont les voyageurs eux-mêmes qui ont la faculté d'opérer ce réglage, selon l'ambiance qu'ils

désirent réaliser pendant les périodes soit de chauffage, soit de réfrigération. Ainsi traité le mélange pénètre dans le local par le haut le long des baies vitrées devant lesquelles il constitue un rideau mettant les voyageurs à l'abri de la chaleur et du froid tout en évitant de venir les frapper directement. Les machines faisant partie de l'installation de conditionnement d'air sont installées sous le plancher du véhicule avec isolement accoustique et amortissement des oscillations. Les machines frigorifiques montées sur des châssis tubulaires roulants peuvent être sorties aisément et en peu de temps. La puissance calorifique des installations permet d'atteindre une température intérieure de + 20° C pour une température extérieure de - 20° C et pour une vitesse maximum de la rame de 140 km/h. Quant à leur puissance frigorifique, elle suffit pour maintenir l'ambiance à une température extérieure de + 24° C à un degré hygrométrique compris entre 40 %, les locaux étant entièrement occupés. L'agent frigorifique est du fréon et non le chlorure de méthyle qui est dangereux. Les compresseurs du fluide frigorigène sont actionnés au moyen de courroies trapézoïdales par des moteurs électriques branchés sur le réseau du bord. Les appareils de contrôle et les fusibles sont groupés à une façon claire sur des tableaux de distribution d'accès facile.

Lumière - Couleur

I - Eclairage

A - Eclairage naturel

La surface totale des glaces permettant à la lumière du jour de pénétrer à l'intérieur du local occupé par les voyageurs est au moins égale à la moitié de la surface du plancher, que le local soit un compartiment ou une voiture-coach. Le rapport devient égal et même supérieur à 1 dans certaines voitures spéciales du genre "voiture panorama" une exploitation sur les rames de luxe de certains réseaux d'Amérique du Nord.

Les glaces séparant l'intérieur de la voiture de l'extérieur sont actuellement de deux types : les glaces coulissantes et les glaces fixes.

Les glaces coulissantes sont, soit d'un seul tenant mais ne s'ouvrant que de la moitié ou des deux tiers, soit en deux parties dont seule la partie supérieure est abaissable. La manoeuvre de descente et de remontée est soit manuelle, soit commandée par une timonerie placée au milieu de la partie inférieure de l'encadrement de la baie. Une barre d'appui placée à mi-hauteur permet au voyageur de s'y appuyer et non de s'appuyer sur le bord de la glace baissée. Elle lui évite aussi de trop se pencher à l'extérieur. Les glaces proprement dites coulisent dans des rainures le long de guides de feutres et de caoutchouc qui, la glace étant fermée, réalisent une occlusion aussi complète que possible empêchant l'air, la pluie et les poussières de pénétrer à l'intérieur et évitant les vibrations.

Les glaces fixes ont de nombreux avantages. Elles sont d'un seul tenant, serties si l'on peut dire dans l'encadrement de la baie par un bourrelet de caoutchouc qui les y contient. La timonerie coûteuse et déréglable n'a plus de raison d'être. La barre d'appui disparaît laissant au voyageur une large baie à travers laquelle il peut contempler le paysage. De telles glaces impliquent le conditionnement de l'air. Dans certains cas elles sont doubles, avec courant d'air chaud entre les deux éléments pour éviter la formation de buée. Le public semble avoir quelques difficultés à s'y habituer.

Les glaces intérieures, c'est-à-dire celles séparant le compartiment du couloir sont habituellement au nombre de trois par compartiment. Une glace centrale occupe la moitié supérieure de la porte du compartiment tandis que de chaque côté de cette porte deux glaces plus étroites permettent au voyageur d'angle d'avoir une vision restreinte mais possible encore, par l'intermédiaire des baies du couloir.

B - Eclairage artificiel

a - Servitudes de fonctionnement

L'éclairage artificiel doit fonctionner aussi bien en marche qu'au cours des arrêts. Dans ces conditions, deux solutions sont possibles :

La première solution est celle d'un équipement "autonome" particulier à chaque voiture. C'est la plus courante.

La seconde solution est celle d'un équipement "collectif" dans lequel l'énergie électrique est produite pour tout le train par un groupe électrogène unique placé sur la locomotive ou la motrice.

b - Appareillages.

- Equipement autonome

Le courant est fourni par une dynamo placée sous chaque voiture et entraînée par l'essieu suivant un système spécial.

En marche, à partir d'une certaine vitesse, cette dynamo assure l'alimentation des lampes d'éclairage et, en même temps, la recharge d'une batterie d'accumulateurs.

La batterie d'accumulateurs, batterie sèche fournit l'énergie électrique à l'arrêt et aux faibles vitesses.

Un ensemble d'appareils appelé régulateur règle, lorsque la dynamo commence à débiter la tension aux bornes de la machine tournante en fonction de l'état de charge de la batterie et assure en outre automatiquement les connexions correctes avec la dynamo et la batterie.

Un groupe tournant appelé survolteur permet, sur certaines voitures, de maintenir constante pendant l'arrêt de la voiture la tension aux bornes de la batterie et de parer ainsi au moins pendant un certain temps à l'effet de décharge de cette batterie.

La tension est de 24 volts pour les voitures anciennes, de 72 volts pour les voitures modernes plus fortement équipées, de 32 volts sur certains réseaux. Mais la batterie est lourde et volumineuse et son prix de revient est très élevé. On ne peut encore charger ce poste. Or le confort actuel demande beaucoup d'électricité en particulier d'électricité lumineuse. Il fallait donc trouver plus de lux pour un nombre équivalent de watts

- Equiperment collectif

L'équipement collectif est en voie d'extension parallèle à celle de la traction électrique et diésel.

Le courant est fourni soit par la caténaire, soit par un moteur diésel électrogène.

La batterie d'accumulateurs sert ici à l'éclairage de secours. Sa mise en service est automatique par l'action de contacteurs dont le fonctionnement dépend de la tension.

Le courant utilisé est soit alternatif, soit continu. Les voltages d'utilisation sont variables suivant les solutions adoptées.

c - Lampes

Les lampes à incandescence sont habituellement de 25 et de 40 watts à baïonnette, les lampes de 5 watts restant réservées pour l'éclairage de secours. On en compte habituellement deux par compartiment avec parfois une troisième lampe veilleuse, bleue, dont l'allumage est souvent couplé avec l'extinction de l'éclairage normal. L'ensemble est, soit groupé dans une cloche de verre, soit comprend des abat-jours également de verre.

Les lampes à fluorescence exigent soit du courant alternatif de tension à peu près constante obtenu par transformateur, convertisseur, commutatrice soit par du courant continu de tension rigoureusement constante grâce à des dispositifs spéciaux de stabilisation.

La lampe fluorescente ne donnant pas d'allumage instantané, il fallut trouver une disposition électrique qui réalisât cette condition et évitât d'avoir à attendre plusieurs secondes avant d'obtenir l'éclairage d'un compartiment plongé dans l'obscurité. Les lampes ne comportent donc pas d'amorceur. Afin que l'allumage s'effectue instantanément et à coup sûr, la tension de régime du réseau d'éclairage est augmentée par rapport à la masse au moyen d'un transformateur-survolteur placé sur chaque voiture, chacune de celles-ci comportant également un transformateur-isolateur séparant du point de vue électrique le réseau d'éclairage du réseau général.

d - Dispositions

Les dispositions adoptées dans la répartition de l'éclairage d'une voiture sont nombreuses utilisant à la fois l'éclairage à incandescence et à fluorescence, l'éclairage général et individuel, l'éclairage direct et indirect.

L'éclairage à fluorescence tend de plus en plus à être utilisé comme éclairage général, les lampes à incandescence assurant l'éclairage particulier et celui de secours.

Les dispositions adoptées font l'objet d'études poussées. L' "Illumination Engineeriver Society" (U.S.A.) a résumé les conditions d'un bon éclairage. 1) Intensité suffisante 2) pas de contrastes gênants, pas d'ombres capables de gêner la vision claire, pas d'inégalités de distribution 3) Source ne produisant pas d'éclat 4) Economie.

Il s'agit de trouver un éclairage s'harmonisant avec la structure du local à éclairer, ne produisant pas d'éblouissement par lumière directe mais suffisant pour créer de bonnes conditions d'environnement tout en assurant une transition acceptable entre les dispositions intérieures, les dispositifs d'accès et le quai des gares. La disposition adoptée dans les voitures coaches consiste en une ou deux rampes fluorescentes accolées au plafond dans le sens de la longueur parfois à demi-

encastrées en lui. Des diffuseurs réflecteurs en résines vinyliques translucides réalisent un éclairage à la fois direct et indirect par réflexion sur le plafond de couleur claire. Un revêtement de peinture grainée accentue la diffusion.

L'éclairage général des compartiments semble plus délicat à réussir étant donné l'exiguité relative du local et le grand nombre de surfaces atteintes sous des angles différents par le rayon lumineux. Le principe reste cependant le même.

L'éclairage particulier est fait de lampes à incandescence dont le verre satiné évite l'éblouissement et donne une lumière diffuse dès sa source. Ce genre d'éclairage n'existe que dans les voitures de 1ère classe. Il est fixe le plus souvent. Quelques systèmes sont à rotule permettant de diriger le rayon lumineux selon la volonté du voyageur et évitant une diffusion trop grande pouvant incommoder ses voisins.

L'éclairage des couloirs, celui des dispositifs d'accès et d'intercommunication, celui des toilettes et des lavabos peuvent chacun faire l'objet d'une étude particulière ou pour une même énergie dépensée les résultats varieront de façon sensible avec l'éclairement et la brillance.

II - Couleur

Dans la bonne vision des objets, dans le sentiment de confort, la couleur joue un rôle non négligeable.

Les couleurs utilisées furent longtemps des couleurs "pratiques" peu fragiles, faites de peintures couvrant des surfaces complexes. L'extérieur de la caisse était peint en gris-noir ou en vert foncé et les aménagements intérieurs en ocre-bois. Le lavage de ces peintures était difficile car le film qu'elles constituaient présentait parfois une certaine rugosité et les produits utilisés aujourd'hui pour le lessivage n'existaient pas. Il faut dire enfin que la traction à vapeur ne facilitait pas leur entretien.

Il apparaît difficile de décrire ici dans le détail la multiplicité des recherches et les solutions envisagées. Le choix de la couleur, des aménagements intérieurs dépend d'impératifs techniques; prix, facilité de maniement, facilité d'entretien, durée ; mais aussi d'impératifs fonctionnels, pouvoir réfléchissant, grain, balancement, impression sympathie. Il ne s'agit pas de réaliser un bariolage mais de rechercher une harmonie de deux ou trois couleurs de pouvoir réfléchissant suffisant, chaudes sans être agressives, permettant à l'oeil un passage facile du paysage au milieu intérieur et inversement, agrandissant le local, et surtout créant une ambiance de détente.

Enfin il n'est pas impossible qu'un jour la couleur dont est peinte l'extérieur des voitures devienne plus claire, en harmonie avec les installations fixes. Certaines réalisations modernes le laissent entrevoir. La disparition de la traction vapeur ici encore facilitera l'évolution. L'aspect métallique des rames Budd nous en donne un exemple. Elles allient à la robustesse, un meilleur pouvoir réfléchissant, une plus grande facilité d'entretien et une couleur plus ouverte.

Bruits - Silence

Une des premières causes de bruit est le martellement des joints de la voie par le bandage des roues. Ce bruit se transmet à la fois par l'air, -bruits aériens- et par l'intermédiaire du bogie et de la caisse -bruits solidiens-, jusqu'au voyageur chez lequel il peut provoquer soit une irritation auditive, soit le sommeil par répétition des stimuli. Des essais ont été entrepris en montant les voitures sur pneumatiques. Mais l'adhérence de la roue sur le rail augmente alors considérablement. La tare des voitures spécialement construites pour le "train-pneu" est la moitié de celles du matériel normal. Ce fut une des raisons qui fit abandonner l'expérience. Une solution différente consistait à faire disparaître les joints de voie en utilisant des rails sans solution de continuité. Ce furent les barres longues dont nous avons déjà parlé plus haut.

Une autre cause de bruits est le jeu des différents éléments du bogie, du châssis, de la caisse le convoi étant en marche. Il n'est que de se trouver à l'extrémité d'une voiture sur la plateforme près du soufflet pour se rendre compte de la multiplicité et de l'importance des bruits, émis non seulement par la voiture elle-même, mais par son attelage avec sa voisine.

Les expériences faites pour localiser les régions d'origine des bruits ont montré que leur émission était maximum sous la caisse et que le bruit qui parvenait au voyageur par le plancher était beaucoup plus important que celui qui entraît par les fenêtres.

On lutte contre les bruits solidiens par l'interposition entre les groupes d'organes de matelas amortisseurs dont la nature varie avec la pression acceptée. Cette protection à la source doit être complétée par une protection contre la propagation par la structure. Aussi a-t-on cherché parès des séries d'essais logiquement conduits à préconiser des planchers lourds, épais, aussi peu transparents aux sons que possible. Ces dispositions sont renforcées aux extrémités des voitures. Les effets de rayonnement et de réverbération par contre interviennent dans le bruit aérien et sont généralement difficiles à corriger.

On lutte contre les bruits aériens par la correction accoustique des locaux. Celle-ci peut se faire à l'aide de matériaux poreux, fibre de bois pressé, caoutchouc mousse, flocage. La laine de verre employée comme isolant peut participer à l'insonorisation. Des tapis élastiques, des plafonds suspendus et perforés, des sièges en tissu bouffants abaissent encore le niveau des bruits.

Les bruits causés par l'écoulement des filets d'air le long de la caisse et des aspérités qu'elle présente ne sont pas négligeables. On cherche à les corriger en rendant plus aérodynamique le profil des voitures, en évitant les portières en retrait, en incorporant les mains courantes et les rampes et en cherchant à réaliser une continuité de l'ensemble de la rame.

Cette recherche du silence, élément de confort, ne devient valable que pour les voitures à air conditionné. L'insonorisation la plus poussée disparaît si un voyageur ouvre une baie, acceptant les bruits aériens dont il était protégé, et créant des remous dans l'écoulement de l'air.

En fait on estime actuellement que l'insonorisation totale ne sera pas la conséquence d'une révolution dans le mode de construction tant que l'on aura comme source de bruit le passage du bandage acier de la roue sur le rail acier de la voie.

Mouvements - Gouppesse

Les vibrations et les trépidations sont rares à bord des voitures de chemins de fer. Leur fréquence est faible leur amplitude grande et elles sont le plus souvent discontinues.

Certains effets sympathicotoniques ont pu leur être imputés. Elles entraîneraient une accélération de la respiration et une asthénie générale. Les sujets les plus musclés apparaissent les plus sensibles. Elles ne sont pas arrêtées par les parois de la caisse et la protection contre leurs effets est malaisée. En fait cette protection est la même que pour les bruits solidiens avec lesquels elles sont souvent confondues.

Les différentes oscillations auxquelles est soumis le voyageur ont été amorties par des moyens divers dont la multiplicité indique bien les difficultés rencontrées.

La suspension a subi une évolution parallèle à celle de la technique automobile ou interviennent les ressorts hélicoïdaux conjugués avec des amortisseurs hydrauliques télescopiques.

La rotation des bogies a été freinée pour rendre moins sensible le lacet.

Certains attelages courts cherchent à donner à l'ensemble du train une cohésion réduisant les mouvements d'une voiture par rapport à une autre.

Les utilisations des matériaux amortisseurs et en particulier du caoutchouc se sont multipliées. Des essais ont été pratiqués avec les résines polyamides.

Tous ces artifices ne suppriment par la force centrifuge. Comme le devers est limité par la nécessité de laisser passer les trains lents, un excès de force centrifuge subsistera aux vitesses élevées, très supérieur à $1/10$ de g . considéré comme limite de tolérance. Aussi a-t-on été conduit à étudier des suspensions pendulaires où la caisse s'inclinerait dans les virages le plancher demeurant perpendiculaire à la force de pesanteur apparente résultante de la force centrifuge et de la pesanteur réelle. Ces études restent du domaine expérimental, quelques voitures "Pendulum" circulant aux U.S.A.

§ II - Dispositions intérieures

Différents types de dispositions

La disposition intérieure a évolué avec le temps et les techniques. Les solutions actuellement adoptées sont variables avec le service auquel la voiture est affecté : banlieue, grandes lignes, liaisons rapides, avec le tempéramment national de chaque pays et aussi avec sa richesse.

Deux dispositions principales sont prévues : 1) la disposition par compartiments et couloir latéral avec plateforme à chaque extrémité où se placent les issues et où souvent toilettes et lavabos. Cette disposition est utilisée en Europe sur la plupart des lignes à grand et à moyen trafic. Elle garde la faveur du public. 2) La disposition type "coach" sans cloisonnement intérieur avec couloir central. Elle équipe avec des variantes suivant l'utilisation, les lignes de banlieue, les autorails, et certaines voitures dérivées du coach américain. Si le public l'accepte volontiers sur les lignes de banlieue et sur les autorails, il préfère la première disposition sur les grandes lignes, le type coach semblant devoir être utilisé pour des trajets relativement courts. Aux U.S.A. cependant il équipe la plupart des voitures.

Etude

La distinction par classe et partout instaurée aussi bien en Europe qu'aux U.S.A. et en U.R.S.S. Une convention internationale a réduit

à deux le nombre de classes. On en a connu jusqu'à quatre avec compartiments pour dames seules. Il faut signaler en outre une classe luxe -classe Pullman, réalisant des conditions particulières de confort.

I - Disposition compartiment - couloir

A - Compartiment

a - Les sièges

Ils sont en seconde classe de souples banquettes fixes en bois verni ou mieux, rembourré de crin recouvert de moleskine ou de tissu synthétique lavables imitant le cuir. Le tissu doit être lisse, -facilité d'entretien, sans l'être trop, -réverbération sonore. Il ne doit pas absorber les graisses. Il doit être résistant à l'usure sans pour cela provoquer celle des vêtements du voyageur. Un dossier fixe rembourré comme le siège, un bourrelet appui-tête, un accoudoir central escamotable complètent l'ensemble. Les sièges de seconde classe acceptent huit personnes en deux banquettes de quatre se faisant vis-à-vis. Elles sont perpendiculaires au sens de la marche du train.

En première classe les sièges, au nombre de six pour un compartiment sont plus confortables, et sont individuels.

Il comprennent un siège proprement dit du type fauteuil avec ressorts et rembourrage de crin, un dossier et un appui-tête à oreilles. Dans certains cas, le siège coulisse horizontalement acquérant ainsi plus de profondeur, tandis que le dossier et le repose-tête peuvent suivre le mouvement du siège. L'épaisseur du siège est assez importante ne laissant en fait que peu de place entre son bord inférieur et la plancher ce qui gêne l'entretien du compartiment. Aussi certains réseaux ont-ils cherché à diminuer l'épaisseur des sièges tout en leur conservant le confort.

Les accoudoirs sont au nombre de deux pour chaque siège, à partager cependant avec le siège voisin. Ils sont escamotables.

Le tissu qui recouvre les sièges est, soit un épais drap de laine, soit de plus en plus des tissus synthétiques que l'on choisit "gonflants"

c'est-à-dire joignant à une impression de confort,--vue,--toucher,--la facilité du lavage et un certain "grain" évitant la réflexion des bruits. Une housse en tissu blanc recouvre l'appui-tête. En fait ces sièges pourraient apparaître moins hygiéniques que ceux de deuxième classe. Car leur installation exige une armature coulissante relativement compliquée qui laisse se constituer à la longue de véritables nids à poussière dont le nettoyage difficile est rarement réalisé. La solution pourrait consister en des sièges basculants comme les fauteuils de théâtre, mais pouvant, soit être maintenus en position basse, soit être relevés, libérant alors la presque totalité de la surface du compartiment. De plus, les détritiques qui risquent toujours de glisser entre siège et dossier tomberaient sur le plancher de la voiture où leur ramassage ne poserait pas de difficultés. L'entretien serait ainsi facilité.

Des études ont été faites pour donner aux sièges une forme plus confortable respectant les mouvements naturels de l'être humain assis, épousant la courbure dorsale et soutenant la courbure lombaire.

La position du bassin et celle des cuisses joue aussi un rôle important dans l'impression de confort assis.

Cependant il ne faut pas tomber dans l'excès contraire et offrir au voyageur un siège trop moelleux dans lequel il s'enfonce trop profondément. De tels sièges ne donnent pas une impression suffisante de dégagement et favorisent la stase pelvienne lors des longs trajets.

Certains réseaux complètent l'ensemble du siège par un repose-pied "volant" destiné à permettre aux personnes de faible taille ou à segments inférieurs courts de trouver pour leurs pieds un point d'appui.

Cette solution n'apparaît pas parmi les meilleures, le repose-pied, n'apportant qu'une faible amélioration de confort en comparaison non seulement de son aspect peu esthétique mais surtout du risque d'accident qu'il entraîne pour le voyageur qui n'y prend pas garde et qui vient buter du pied dedans.

De façon générale d'ailleurs, tout appareillage "volant" est à proscrire.

En définitive si les sièges de seconde sont encore parfois en "dur" ceux de première classe réalisent un confort très acceptable et permettent une relaxation suffisante du voyageur.

b - Les porte - bagages

Les porte-bagages furent longtemps connus sous l'aspect d'un réseau de cordelette formant un filet tendu sur un cadre métallique. Ils ont fait l'objet d'études. Les porte-bagages actuels sont entièrement métalliques. Ils permettent de recevoir des valises assez importantes en particulier sur les réseaux européens où le voyageur n'a guère tendance à se séparer de ses bagages contrairement au voyageur américain qui accepte volontiers de les grouper avec ceux des autres voyageurs aux extrémités des voitures dans des casiers spéciaux.

Il faut savoir que la profondeur du porte-bagage n'est pas le seul élément dont on doit tenir compte dans sa conception. Il faut en effet que le bord antérieur du porte-bagage soit assez en arrière de celui de la banquette et assez élevé au-dessus du plancher du compartiment pour ne pas être heurté par un voyageur debout. Il ne faut pas non plus que l'ombre portée par le plafonnier descende trop bas et gêne la lecture du voyageur.

Les porte-bagages se complètent par un vide-poche, sorte de porte-bagage réduit dans lequel on peut placer les objets de petit volume dont on se sert au cours du voyage, livre, lunettes etc...

c - Les crochets à vêtements

Pour chaque siège et correspondant au nombre de personnes il est prévu un crochet qui permette au voyageur de suspendre un vêtement, veste ou manteau, lui évitant de le garder sur les genoux où d'avoir à le lancer par dessus ses bagages.

d - La table

Simple ou double, elle prend, soit charnière, soit articulation le long de la paroi sous la baie. Elle reste, au moins en Europe, le privilège des deux voyageurs qui occupent les sièges de chaque côté de la baie. Constante dans les compartiments de 1ère classe, elle prend place dans certaines nouvelles voitures de 2ème classe.

e - Les cendriers

Il sont placés le long de la paroi et le long d'un montant de la porte coulissante. Certains réseaux ont installé des cendriers escamotables dans l'intérieur des accoudoirs centraux permettant aux passagers occupant les sièges correspondants de pouvoir secouer les cendres de leur cigarette ailleurs que sur le plancher.

f - Le revêtement des cloisons

Le revêtement des cloisons pose un problème difficile à résoudre. En effet il faut qu'il soit de matériau bon marché, résistant, lavable, non rayable mais qu'en même temps il participe à l'impression de confort et qu'il ne réfléchisse pas les bruits. Des essais ont été entrepris avec des panneaux de bois pressés. Ici encore l'utilisation des résines vinyliques ouvrent des possibilités nouvelles.

B - Le couloir

L'aménagement du couloir prolonge celui du compartiment. Les revêtements, les baies, l'éclairage sont les mêmes. A noter la présence de barres repose-pieds et de cendriers.

Il existe sur certains réseaux des porte-bagages qui courent le long du couloir au-dessus des portes des compartiments et permettent aux voyageurs n'ayant pu trouver de place assise de se débarrasser de leurs bagages et de ne pas encombrer le couloir qui est par définition un lieu de passage.

II - Disposition coach

Une voiture coach comprend un grand compartiment traversé par un couloir central de part et d'autre duquel se trouvent des rangées de fauteuil.

On peut ainsi asseoir cinq personnes par rangée en deuxième classe et quatre en première.

Les sièges du coach peuvent être orientés dans le sens de la marche du train ou en sens inverse à volonté.

Des porte-bagages longitudinaux sont disposés le long des parois.

En fait, cette disposition de salle commune n'est concevable pour 80 ou 100 personnes que si une propreté standard mais suffisante est respectée de tous. Aussi utilise-t-on ces voitures sur les parcours relativement courts - lignes de banlieue-, ou sur les parcours de fin de soirée ou de fin de nuit en 1ère classe.

III - Toilettes et lavabos

A - Les W.C. - toilettes

On les trouve habituellement à chaque extrémité de la voiture. Cette disposition n'est plus toujours adoptée sur certaines rames formant un tout indivisible.

En France les WC-toilettes sont mixtes. Hommes et femmes peuvent indifféremment les utiliser. D'autres pays placent les toilettes réservées aux hommes à une extrémité de la voiture tandis que celle réservées aux femmes se trouvent à l'autre extrémité.

Les locaux des toilettes et des lavabos ont une superficie d'environ 1,50 m x 1,50m. Les parois et le plafond sont, soit peints à l'huile, soit revêtus de plastifiés. Le plancher est le plus souvent en dallage mosaïque avec un regard d'évacuation permettant le lavage à grande eau.

L'appareil récepteur est constitué par une cuvette de grès, surmontée d'un abattant mobile en bois ou en matière plastique. La forme est ronde ou ovale. L'évacuation se fait sans siphon, directement à la voie.

L'entraînement des matières est réalisé par une chasse d'eau en jet direct le plus souvent, à partir d'un réservoir placé entre le plafond des compartiments et le pavillon. Certains réseaux préfèrent placer les réservoirs sous la caisse et mobiliser l'eau par pression d'air comprimé ce qui donne plus de force au jet. Cependant la quantité d'eau utilisée est insuffisante et sous pression trop faible pour réaliser un nettoyage complet. La cuvette dite à l'anglaise, la seule utilisée actuellement a subi des modifications pour éviter que les matières fécales ne viennent se coller à la paroi. Certaines cuvettes ont des formes étudiées. Les matières sont recueillies dans de l'eau tandis que la chasse d'eau n'a plus qu'une action d'entraînement, d'où besoin d'eau plus faible. Le réservoir d'eau est alimenté lors des arrêts dans les grands centres par des canalisations d'eau de ville sous pression ou par des locotracteurs qui refoulent l'eau dans les réservoirs.

Le papier hygiénique est fourni par le réseau ferré. Tout courant d'air de l'extérieur vers l'intérieur et passant par l'évacuation des WC-toilettes doit être évité. Ceci s'obtient sur certains réseaux par la fermeture automatique de l'évacuation lorsque le couvercle du siège est soulevé. Une construction appropriée du tuyau d'évacuation permet un effet d'aspiration le long de celui-ci. D'autre part le local des WC-toilettes possède sur certains réseaux une ventilation spéciale statique et dynamique évitant aux odeurs non seulement de séjourner dans le local mais aussi de se répandre dans la voiture.

B - Le lavabo

Le lavabo, soit compris dans la toilette, soit séparé est fait d'une cuvette à bouchon basculant, et d'un robinet à rappel automatique,

limitant la quantité d'eau débitée à chaque poussée sur la manette. Le savon offert est du savon liquide enfermé dans un réservoir basculant. A noter que ce savon tend à se répandre alentour de l'appareil, souillant le lavabo. Un système à poussoir a été installé dont les résultats ne semblent pas meilleurs. Un autre système est de placer un savon solide fixé sur une tige qui le traverse en son milieu, mais il faut dire que dans ce cas il arrive que des voyageurs indéliçats emportent le savon. Une solution est d'utiliser du savon liquide dans un réservoir à poussoir mais placé directement au-dessus du lavabo. Les éclaboussures tombent ainsi dans la cuvette du lavabo et sont entraînées par l'eau. En fait, la meilleure solution est d'utiliser du savon en poudre maintenu sec dans un réservoir débitant à chaque pression sur la manette-verseuse une dose de poudre suffisante pour le lavage des mains.

Le séchage des mains ne se fait plus par serviette sans fin enroulée sur un axe de bois mais par serviettes particulières en papier-étoffe gaufré mises à la disposition du voyageur en container approprié et jetées après usage dans une corbille. Ce procédé, hygiénique, est en voie d'extension.

L'eau des toilettes et lavabos est marquée dangereuse à boire. En fait son séjour plus ou moins long à bord des réservoirs provoque le développement d'algues microscopiques qui donnent à l'eau un goût de moisi, un goût d'eau stagnante. De plus le contrôle bactériologique n'en est pas constant. Aussi par prudence, la direction des chemins de fer préfère-t-elle mettre en garde le passager. A noter que les réservoirs autrefois en cuivre étaient sujets à des oxydations. On tend à les remplacer par des réservoirs en acier inoxydable. Leur nettoyage reste cependant malaisé.

IV - Le problème du tout à la voie

Le problème du tout à la voie a fait couler beaucoup d'encre. On peut fort bien imaginer la voie ferrée vecteur d'une épidémie de choléra par le péril fécal qu'elle pourrait alors représenter. Des solutions

ont été proposées, semblables à celles, satisfaisantes dans l'ensemble, que l'on trouve à bord des avions. Elles ont été repoussées à cause de la place qu'elles exigeraient et des frais élevés qu'elles entraîneraient. D'autres solutions ont été envisagées qui consisteraient en un traitement à bord des matières usées et à leur rejet à la voie après traitement. Malheureusement les voyageurs ne jettent pas dans les W.C. que leurs excréments. Les objets dont ils se débarrassent ainsi risqueraient de détériorer le système.

Les seules mesures prises ont été sur certains réseaux de prier les voyageurs de ne pas utiliser les W.C.-toilettes pendant les arrêts dans les gares tandis que sur d'autres réseaux dont les gares sont espacées, les W.C.-toilettes sont fermées par l'agent de la compagnie, à l'approche des stations pour être ouvertes, le train étant de nouveau en marche.

Le problème a été étudié avec une minutie remarquable par l'Association of American Railroads à la demande du Service de Santé publique aux U.S.A. La quantité, la nature, le potentiel bactériologique des déjections passant par les W.C. la relation avec le trafic ont fait chacun l'objet d'une étude particulière. La conclusion a été que les conditions d'élimination des eaux usées à bords des voitures n'entraînaient pas de danger immédiat pour la santé publique mais que rien ne prouvait qu'une menace ne restait pas en suspens.

A noter qu'aucune convention internationale n'est intervenue sur ce problème et que les services médicaux des Chemins de fer n'enregistrent pas d'épidémies particulières chez les agents travaillant à la voie ou à l'entretien des voitures.

Cependant le médecin hygiéniste ne peut que déplorer cet état de chose admis par l'habitude et vestige d'une époque révolue. La prévention est un de ses rôles principaux. Il n'accepte pas cette menace pesant sur la route de collectivité et le risque de voir le chemin de fer devenir un vecteur d'épidémies par péril fécal. Il pense qu'à notre époque où l'hygiène et le confort marquent chaque instant de la vie des individus, le tout à la voie reste un pis aller dont l'esprit moderne ne peut se satisfaire.

§ III - Entretien

L'entretien des voitures constitue à lui seul un monde et chaque réseau possède autour des grands centres ferroviaires, terminus ou noeud ferroviaire, une gare réservée à cet usage. D'autre part un certain nombre d'opérations d'entretien sont effectuées en cours de route.

Nous distinguerons trois aspects de l'entretien : le nettoyage, la désinsectisation, la désinfection.

Nettoyage

Les conditions dans lesquelles doit être effectué le nettoyage du matériel à voyageurs aussi bien dans les gares gérantes que dans les autres gares où le cas échéant en cours de route font l'objet d'instructions précises de la part des réseaux. Les documents que nous possédons ne montrent que des différences de détail dans la conception du nettoyage. Les applications sont fonction des possibilités de chaque réseau.

I - Opérations de nettoyage effectuées dans les grands centres ferroviaires

A - Personnel

Les grands centres ferroviaires emploient le plus souvent pour les travaux de nettoyage un personnel appartenant à des entreprises de nettoyage, adjudicataires de travaux. Les femmes y sont nombreuses.

Le personnel des réseaux est plus spécialement affecté aux travaux impliquant une responsabilité vis-à-vis du matériel.

B - Travail

Le travail est organisé le plus souvent en travail d'équipe, une équipe de trois à six personnes affectée au premier temps d'un travail déterminé, précédant une autre équipe affectée au temps suivant du même travail.

Le temps joue en effet un grand rôle, les voitures devant être immobilisées au minimum pour assurer une rotation optimum.

C - Réalisations

a - Nettoyage extérieur

Le dégrassement est effectué une fois tous les deux mois environ.

Il utilise une gamme étendue de produits depuis les acides nécessaires au décapage, jusqu'aux détergeants et aux mouillants.

Ce dégraissage se divise en plusieurs opérations. D'abord la pulvérisation du produit, puis le brossage, puis le rinçage, enfin l'essuyage. Ces différentes opérations peuvent être réalisées soit à la main par pulvérisateur à dos, brosse en chiendent, éponge, chiffon soit par des machines, portiques auxquels sont articulés les divers instruments. Le temps d'exécution est alors considérablement réduit mais la finition doit parfois être complétée à la main. La disparition progressive de la traction à vapeur réduira les difficultés du nettoyage déjà facilité par l'emploi de peintures plus lisses et subissant moins la corrosion. Cependant l'évolution vers des teintes plus claires demandera plus de précision dans le fini du travail.

Les dispositifs d'accès sont nettoyés une fois par mois spécialement, le fraïsil et les poussières ayant tendance à s'y accumuler, accumulation facilitée par les recoins que présentent ces dispositifs.

Les vitres sont nettoyés chaque jour avec une pâte légèrement humide que l'on essuie ensuite à sec, ainsi que les poignées montoires.

b - Nettoyage intérieur

La révision générale de la voiture a lieu tous les six ans. Elle comprend le démontage et le remontage complet de l'ensemble des éléments constituant la voiture bogie, chassis, caisse. Elle entraîne la mise à neuf des aménagements intérieurs.

Le grand entretien a lieu une fois par an lorsque la voiture a parcouru environ 170 000 Km. Il consiste en un dégarnissage complet de la voiture et un regarnissage des aménagements intérieurs.

Le moyen entretien se fait une fois par mois et consiste en une remise en état de service convenable avec changement au jugé des éléments usés, battage des coussins et des moquettes.

Le petit entretien revient tous les huit jours consistant à tenir en état le matériel

L'entretien courant effectué tous les jours représente la base du nettoyage.

Une première équipe ramasse les souillures laissées par les voyageurs, déchets, papiers, bouteilles etc... Une deuxième équipe vient ensuite et balaye à sec ce qui est peu hygiénique, ou aspire, ce qui l'est plus, la poussière sur le plancher et les coussins. Elle fait aussi disparaître de la partie inférieure de l'encadrement des baies les anas de fraisil qui ont pu s'y constituer.

Une troisième équipe traite les sols en terrazolith et les linoléums au produit lustrant, les moquettes à la sciure. Elle essuie au torchon sec les vitres des baies à l'intérieur, les encadrements et les parties polies : main courante etc... Pendant ce temps les agents des réseaux garnissent les toilettes de papier hygiénique, de serviettes essuie-mains et de savon tandis que sont remplis les réservoirs des WC et des toilettes.

Les WC et les toilettes ont fait l'objet d'un nettoyage spécial à grande eau javellisée.

II - Opérations de nettoyage à effectuer en cours de route

Un certain nombre d'opérations, de nettoyage sont prévues pour être effectuées en cours de route par l'agent d'accompagnement sans qu'elles occasionnent de gêne aux voyageurs.

Ce sont :

Le nettoyage fréquent des WC et des toilettes. Leur désodorisation.
Le remplacement du papier hygiénique et des serviettes essuie-mains.

L'essuyage des glaces fixes et mobiles et des mains courantes, le ramassage des papiers ou détritrus dans les compartiments ou couloirs inoccupés.

L'essuyage des barres d'appui et de la partie inférieure des encadrements de baies.

L'enlèvement immédiat de toutes déjections ou souillures.

Désinfection

I - Législation

La désinfection du matériel employé au transport des voyageurs par chemin de fer a fait l'objet de l'arrêté du 18 octobre 1924 du Ministère des Travaux Publics.

A - La désinfection obligatoire des véhicules

- Lors de chaque passage en grande réparation.
- Immédiatement dans tous les cas de contamination signalée à l'Administration par une déclaration reconnue justifiée.
- Après chaque voyage quand elles ont servi au transport pouvant entraîner la contamination.

B - La désinfection ou tout au moins le nettoyage après chaque voyage

- des voitures de trains d'émigrants
- des voitures qui desservent habituellement les sanatoria et les stations balnéaires, marines ou climatiques fréquentées par les tuberculeux.

II - Différentes mesures de désinfection

A - Désinfection périodique

La désinfection périodique du matériel à voyageurs est assurée lors du passage des voitures dans les ateliers pour réparation générale.

B - Désinfection des compartiments ayant servi au transport des malades contagieux

Tout compartiment réservé pour un malade contagieux est muni d'étiquettes à maintenir jusqu'au terminus de train.

Dès que le malade est descendu, le compartiment est condamné et des étiquettes "A désinfecter" sont apposés de part et d'autre sur les glaces.

A l'arrivée à la gare terminus le compartiment est désinfecté par le service de l'Entretien. Si la gare terminus ne comporte pas de service d'entretien le compartiment est plombé et sera désinfecté lors de son retour à la gare gérante de la rame.

C - Mesures spéciales en cas d'épidémie

En cas d'épidémie signalée par le ministère de l'Intérieur des mesures spéciales peuvent être prises et faire l'objet d'instructions particulières.

La désinfection complète des rames peut alors être prescrite après chaque voyage.

D - Désinfection du matériel des trains d'émigrants ou de réfugiés

Le matériel ayant servi au transport d'émigrants ou de réfugiés et de leurs bagages doit, avant sa remise en service, subir en tout temps, et quels que soient la nationalité et le point de départ des émigrants ou des réfugiés, une désinfection complète.

A cet effet les véhicules dont il s'agit doivent être condamnés au point de débarquement des émigrants ou réfugiés et signalés au poste d'Entretien.

E - Désinfection du matériel des trains de pèlerins

Les voitures entrant dans la composition des trains de pèlerinage doivent dès leur arrivée être soumises à un nettoyage complet à chacune des gares terminus des voyages d'aller et de retour.

Les voitures ou compartiments ayant servi au transport de pèlerins malades doivent en outre être désinfectées à l'arrivée.

F - Désinfection des voitures ayant contenu des voyageurs décédés ou malades en cours de route

Les compartiments dans lesquels des voyageurs sont décédés ou ont été contraints d'interrompre leur voyage par suite de maladie pouvant présenter des risques de contagion sont condamnés et des étiquettes "A désinfecter" sont apposées de part et d'autre sur les glaces.

Ces compartiments sont désinfectés dans les mêmes conditions que ceux ayant servi au transport de malades contagieux.

G - Désinfection des véhicules ayant contenu des cercueils

Les véhicules ayant servi à des transports funéraires doivent être désinfectés, soit à la gare destinataire si celle-ci en possède les moyens soit à une gare "centre de désinfection"

Il est précisé que l'étiquette "A désinfecter" doit être apposée seulement après déchargement du véhicule.

H - Désinfection des W.C.

La désinfection des WC est effectuée d'office en même temps que celle des compartiments ayant servi au transport de malades.

Lorsqu'il s'agit de voyageurs visiblement ou déclarés atteints de maladie contagieuse dont le danger de propagation réside surtout dans les déjections, des mesures nécessaires sont prises pour assurer une désinfection spéciale des W.C.

III - Technique de désinfection

A - Matériel devant être désinfecté

Lors de chaque passage en réparation générale la désinfection périodique est intimement liée aux travaux d'entretien prescrivant le lessivage de toutes les parties peintes intérieures et l'application d'au moins une couche de peinture ainsi que la réfection complète des garnitures étant entendu que cette réfection doit comporter l'étuvage des crins récupérés des moquettes et tissus réutilisés.

Lors des désinfections épisodiques seul le matériel en place sera soumis à désinfection.

B - Exécution de la désinfection

a - Nature et quantité de produits à utiliser

La désinfection du matériel à voyageurs est effectuée à l'aide de vapeurs d'aldéhyde formique obtenues, soit par pulvérisation d'une solution d'aldéhyde formique du commerce à la concentration de 35 à 40 % étendue de son volume d'eau en utilisant un pulvérisateur spécial,

Vermorel, Geneste, pompe Pégat, appareil Noton... soit par combustion de "Fumigators Gonin" à base de trioxyméthylène dont l'enveloppe combustible produit en brûlant la chaleur nécessaire à la transformation du trioxyméthylène en aldéhyde formique gazeuse et dont l'importance sera fonction du volume à désinfecter.

b - Mode opératoire

Avant la désinfection on réalise trois type d'opérations : 1) Chauffage suffisant du volume à désinfecter, 2) déploiement de toute la surface possible des objets à désinfecter 3) obturation la plus complète possible des ouvertures avec l'extérieur.

Le temps de désinfection comprend : 1) la mise en route de l'émission de vapeurs d'aldéhyde formique gazeuse par pulvérisation à la lance ou par combustion au "Fumigator Gonin" 2) un temps d'efficacité en gardant les locaux hermétiquement clos pendant 7 heures.

Après la désinfection on procède d'abord à une large aération des locaux désinfectés, puis, lorsque l'odeur d'aldéhyde formique a disparu on enlève toutes les garnitures mobiles qui seront expédiées à l'étuvage avant leur remise en service, on lave les sols avec une solution d'aldéhyde formique au 1/100 et l'on réalise un nettoyage intérieur complet du véhicule.

c - Mesures spéciales à prendre lorsque les véhicules ont transporté des malades atteints de maladies contagieuses se propageant par les déjections

Lorsqu'on se trouve en présence de maladies contagieuses se propageant par les déjections des malades telles que la fièvre typhoïde ou le choléra il y a lieu de procéder à une désinfection spéciale des tuyaux de chute des cuvettes des WC

On emploie alors un des procédés suivants : chlorure de chaux fraîchement préparé en solution à 5 %, lait de chaux fraîchement préparé en solution à 20 %, Crésylol sodique en solution à 4 %, Jet de vapeur dans le tuyau de chute pendant 10 minutes environ.

Désinsectisation

I - Différentes mesures de désinsectisation

A - Opérations périodiques

Elles comprennent :

- traitement préventif des voitures à garnitures
- traitement effectif sur tous les véhicules passant en réparation générale.

B - Opérations accidentelles

sur tous les véhicules dans lesquels la présence de parasites a été signalée.

II - Technique de la désinsectisation

A - Matériel devant être désinsectisé

Le traitement préventif par pulvérisations mensuelles est entrepris sur les voitures à garnitures pendant toute l'année.

Le traitement effectif entrepris lors du passage en réparation générale est intimement lié aux travaux d'entretien prescrivant le lessivage de toutes les parties peintes intérieures et l'application d'au moins une couche de peinture ainsi qu'à la réfection complète des garnitures entraînant l'étuvage des crins récupérés des tissus et moquettes réutilisés.

a - Exécution

- Traitement préventif

Le produit utilisé est du DDT, ou dichloro-diphényl-trichloréthane que l'on a préféré au HCH ou hexachloro-cyclo-hexane ce dernier laissant après application une odeur de moisi rémanente

Le traitement se fait pas pulvérisation dans laquelle l'air comprimé est fourni soit par un compresseur électrique soit par un pulvérisateur à main. On utilise également dans certains cas des "bombes au kérosène", bouteilles métalliques renfermant du D.D.T. en solution dans du kérosène au-dessus duquel un gaz inerte a été comprimé.

Le D.D.T. agissant par contact par les cristaux microscopiques qu'il forme sur les surfaces traitées il faut prendre soin d'atteindre avec le jet toutes les surfaces que l'on veut protéger.

A ce sujet il faut noter que certains constructeurs de voitures en pays tropicaux ont ménagé entre les parois intérieure et extérieure de la caisse des regards obturables par lesquels peuvent être périodiquement pratiquées des désinsectisations dont la nécessité est plus ressentie sous ces latitudes que dans les nôtres.

b - Traitement effectif

Il faut savoir qu'un certain nombre de précautions spéciales doivent être prises suivant la nature du produit à utiliser et que les agents procédant aux opérations de désinsectisation sont munis de vêtements et de gants spéciaux.

- La désinsectisation par le bromure de méthyle

Le bromure de méthyle ne doit jamais être employé seul mais toujours additionné d'un produit détecteur, -acétate d'amyle-. Il doit être manipulé avec soin. Des emballages spéciaux sont prévus pour son transport.

Le personnel employé doit être en bonne condition physique exempt de lésions cardiaques hépatiques et rénales. Le travail est toujours mené par un opérateur et un aide capable de porter secours et de donner les premiers soins.

Tous deux revêtent une tenue spéciale avec couvre-nuque et portent un masque.

Les bouteilles de bromure de méthyle sont habituellement livrées par nourrice de 30 kg dont on répartit le contenu dans de petites bouteilles

métalliques d'environ 0,500 kg suivant un processus spécial.

Ces petites bouteilles métalliques munies d'un robinet sont placées dans les locaux à désinsectiser suivant une disposition optimale permettant une bonne dispersion du bromure de méthyle et évitant l'atteinte directe des parois qui risqueraient de se détériorer par abaissement de la température dû à la vaporisation du liquide.

L'opérateur ouvre le robinet de la bouteille puis se retire et cale la porte par laquelle il est sorti.

Le temps d'application est de 10 heures.

Après la désinsectisation on procède d'abord à une large aération des locaux désinfectés puis lorsque l'odeur d'acétate d'amyle a disparu on enlève toutes les garnitures mobiles, on procède à un nettoyage intérieur très poussé du véhicule comprenant aspiration et lavage des parois.

- La désinsectisation par le soufre en canon

Le soufre utilisé est habituellement du soufre en canon auquel on adjoint du salpêtre et du bioxyde de manganèse pour activer la combustion. Le démarrage de la combustion se fait par quelques gouttes d'alcool que l'on enflamme.

L'ensemble est placé dans un brûleur métallique spécial permettant une combustion continue du soufre et évitant les projections enflammées. Il y a lieu cependant de protéger les surfaces alentour par un écran métallique.

L'appareil étant en place, l'opérateur amorce la combustion puis se retire.

Le temps d'application est de 3 heures.

Après la désinsectisation on ~~procède~~ procède comme pour les autres insecticides à une aération, à l'enlèvement des garnitures mobiles et à un nettoyage intérieur complet.

La désinsectisation par le soufre en canon réclame pour être complète deux traitements à 15 jours d'intervalle permettant en particulier

de détruire les oeufs de parasites. Le second traitement est conduit exactement comme le premier.

CHAPITRE III

VOITURES SPECIALISEES

Pour compléter notre étude sur la sécurité et l'hygiène à bord des boitures de chemins de fer, nous devons parler des voitures spécialisées.

Nous nous attacherons à décrire deux types de voitures très courants sur les réseaux : la voiture-lit et la voiture-restaurant, ne faisant que mentionner les réalisations de luxe qui présentent actuellement une extension en rapport avec l'élévation du niveau de vie et les nécessités concurrentielles.

Nous ne traiterons pas des dispositions de sécurité et d'hygiène communes aux voitures spécialisées et aux autres, nous limitant à étudier les dispositions particulières qui en font la spécialisation.

§ I - Voitures-lits - Voitures couchettes

Historique

C'est en 1836 que la première voiture-lit est apparue aux États-Unis d'Amérique sur le Cumberland Valley Railroad.

En 1859, George M. Pulman lança le premier type de voiture auquel son nom est resté attaché.

Ce n'est qu'en 1872, que les premières voitures-lits firent leur apparition en Europe.

Dispositions actuelles

I - Le sleeping car

C'est la voiture-lit classique avec compartiments à deux et quatre couchettes superposées.

La disposition longitudinale dans le sens de la marche en faveur pendant longtemps aux U.S.A. a été abandonnée pour la disposition transversale en fait plus confortable à cause de la force centrifuge. Certaines voitures ont des compartiments individuels. Les lits comportent matelas couverture draps et oreillers. La literie est changée et étuvée pour chaque voyageur. Les désinfections sont effectuées à intervalles déterminés.

II - La voiture couchette

Un certain nombre de réseaux ont mis au point des compartiments transformables en couchettes la nuit et dans lesquels sont fournies deux couvertures pour chaque couchette.

L'intention est d'assurer ainsi sur les lignes à long parcours le transport de voyageurs couchés pendant la nuit en seconde classe.

Le supplément couchette est relativement modique. Cette solution semble préférée sur les réseaux européens au fauteuil basculant dit fauteuil Pulman utilisé à bord des avions ou même des voitures coaches. Elles permet une meilleure détente du passager lors de son sommeil.

§ II - Voitures - Restaurants

Les voitures-restaurants posent à l'hygiéniste un grand nombre de problème dont tous sont loin d'être résolus.

La voiture restaurant est simplement un restaurant sur roues peu différent pour le reste des autres restaurants. Le même genre de nourriture est préparée et servie de la même façon par le même type de personnel. Cependant la différence essentielle, la mobilité, crée des problèmes particuliers.

Les rapports qui peuvent exister entre les voyages et la transmission des maladies ont été reconnus depuis des siècles. Des milliers de personnes prennent le train chaque jour et des centaines de milliers de repas sont servis chaque année dans les voitures-restaurants.

Certes nous ne sommes pas aux Etats-Unis à la fin du siècle dernier ou la quarantaine fut instituée parce que la fièvre jaune qui sévissait l'été dans les Etats du Sud montait vers le Nord avec les trains. Mais il est probable que certaines toxi-infections alimentaires sont dues à l'absorption de nourritures, en particulier ice-cream, viandes hachées, dont la fraîcheur n'est peut-être pas toujours aussi rigoureuse qu'elle doit l'être.

C'est pourquoi le contrôle sanitaire de la nourriture permettant de prévenir la transmission des maladies doit être particulièrement strict sur les voitures-restaurants.

Historique

Dans les premières années des chemins de fer, avant que ne fussent créées les voitures-restaurants, les passagers ne devaient compter que sur leur propre ingéniosité pour se sustenter pendant un voyage. Les plus résolus se risquaient au jeu de "cours et bouffe" encore pratiqué parfois de nos jours aux arrêts de courte durée, se ruant sur le buffet de la gare, emportant même parfois l'assiette sur laquelle restait encore une partie de ce qu'ils n'avaient pas eu le temps d'engouffrer. Les plus timides se croyant les plus sagaces préféraient le repas "boite à chaussures" qu'ils avaient emportés de chez eux. Les deux moyens présentaient de nombreux désavantages. La nourriture achetée aux buffets à cette époque était généralement peu appétissante et sans saveur parce que de mauvaise qualité et d'état sanitaire douteux, c'est le moins qu'on puisse dire. A ceux qui emportaient leurs repas, l'absence de réfrigération, la présence de poussière, de suie, d'insectes et de microbes faisait perdre l'appétit et parfois la santé. De plus les détritrus dont tous n'étaient pas jetés par la fenêtre venaient en fermentant augmenter le confinement de l'atmosphère. En dernière analyse certains passagers préféraient rester sur leur faim.

Les progrès techniques sur les chemins de fer, les demandes d'un public conscient du temps et de la vitesse qui ne voulait plus que le train s'arrêtât aux gares-buffet rendirent nécessaire le service de la nourriture en route.

Le premier essai fut fait aux Etats-Unis d'Amérique en 1862 par le "Camden and Amboy Route" qui convertit un fourgon à bagages en voiture -restaurant pour son express de Washington. L'année suivante le "Philadelphia Wilmington and Baltimore Railroad" transforma deux voitures-voyageurs en voitures-restaurants. En 1867, George M. Pullmann lança la voiture hôtel ou à côté du sleeping-car on trouvait une cuisine et une ébauche de restaurant. Il fit

Considérée d'abord comme une curiosité les voitures restaurants conquièrent un public de plus en plus large, mais elles ne devinrent vraiment d'usage courant que dans les dernières années du siècle. Le diner dans la voiture-restaurant fit partie de l'ambiance du voyage en chemin de fer au même titre que le battement familier de la roue sur le rail.

La deuxième guerre mondiale entrava l'effort d'équipement et d'extension qui se dessinait. Depuis la fin de la guerre les réseaux cherchent à rehausser le niveau des standards de qualité qui étaient leur tradition. Cependant les investissements ne restent dans les limites du rentable que si le niveau de vie s'élève et si un public plus nombreux et plus riche peut accéder à ce confort. Les Etats-Unis ont accompli un effort important dans ce sens. Le public Health Service en coopération avec le joint Committee ou Railway Sanitation of the Association of American Railroads et les firmes constructrices de voitures de chemins de fer a mis au point en 1951 le "Manuel des règles d'hygiène dans la construction des voitures de chemins de fer" véritable guide des dispositions sanitaires à respecter lors de la construction des voitures nouvelles ou de la reconversion des anciennes. En passant contrat pour l'achat d'une voiture, l'acheteur spécifie que le constructeur doit obtenir un certificat de conformité délivré par le Public Health Service indiquant que la voiture a été construite ou transformée suivant les normes fixées. Cette sorte d'assurance est avantageuse pour les deux parties. Elle met le constructeur à l'abri de critiques ultérieures. Elle donne à l'acheteur la garantie que la voiture a bien été construite suivant des règles d'hygiène, résultat d'années d'études et d'expériences. C'est là, nous semble-t-il un excellent système dont on doit regretter qu'il ne soit pas plus répandu.

Etude

I - Stockage

A - Stockage des denrées alimentaires

Les denrées alimentaires périssables sont stockées dans des bacs qui sont placés en glacière pour éviter la détérioration. Ces glacières sont du type courant comprenant bac à glace et casiers.

En fait la glace occupe un volume important qui fait perdre un espace précieux. Plus important encore au point de vue sanitaire est le fait que la température d'une glacière ne peut jamais être très basse et qu'elle est de toute façon peu souple à manier. Il risque d'en résulter une dégradation des aliments stockés et la multiplication de germes pathogènes par leur nombre ou leur espèce. De plus la rotation des voitures étant rapide elles n'ont pas toujours le temps d'être nettoyées et désodorisées. Certains réseaux ont adopté la neige carbonique qui évite bien des inconvénients de la glace. La neige carbonique est plus compacte et permet un gain de place pour la conservation des denrées périssables. Les blocs-réfrigérateur peuvent être équipés d'un contrôle thermostatique qui permet parfois d'étendre le stockage aux nourritures congelées. De plus la neige carbonique dure six fois plus longtemps que la glace et se sublime en s'échauffant, alors que la glace fond. La meilleure solution reste évidemment le réfrigérateur électrique à compression- détente . La capacité de réfrigération est augmentée de 30 à 40 %, le groupe réfrigérant étant placé sous la voiture. Les basses températures peuvent être atteintes de façon régulière et leur constance permet une large utilisation des aliments congelés.

Les autres denrées alimentaires doivent être conservées dans des boîtes appropriées d'accès facile mais de fermeture automatique pour éviter l'atteinte par les animaux en particulier les rongeurs. Le sucre, les pâtes, le saindoux doivent ainsi être protégés.

B - Stockage de l'eau

L'eau est stockée dans des réservoirs dont nous avons dit plus haut les inconvénients.

L'eau refoulée dans les réservoirs des voitures doit toujours être une eau potable déjà corrigée physiquement et chimiquement et épurée bactériologiquement. Elle doit restée pure.

Certains réseaux utilisent des appareils de stérilisation continue permettant une eau de caractéristiques acceptables et constantes. Ces appareils ne demandent qu'une révision annuelle. Les essais par lampe UV ont été abandonnés par ce qu'ils sont onéreux sans être réellement efficaces.

Pour éviter le goût désagréable des chlorophénols on ajoute à l'eau des chloramines, ammoniacale + chlore, substances antiseptiques moins actives que le chlore mais qui ont une action prolongée. Le goût de moisi de l'eau des réservoirs peut être éliminé par l'addition de permanganate de potassium à la concentration de 2 g par m³.

On se contente en fait le plus souvent de stériliser tous les trois mois l'ensemble du système après avoir purgé sous pression les réservoirs, les tuyauteries et les robinets. On introduit alors une solution d'hypochlorite de soude, eau de javel, à 7 % que l'on chasse ensuite, tous les robinets étant ouverts. En France l'eau des réservoirs ne sort habituellement qu'à la préparation des aliments, lavage, cuisson, l'eau de boisson étant vendue sous forme d'eau minérale en bouteilles capsulées.

Le combustible utilisé est soit du charbon stocké dans une caisse et dont on charge le fourneau à la pelle, soit du fuel stocké en réservoir et alimentant les brûleurs. Les briquettes de sciure pressée ont été adoptées par certains réseaux comme d'un prix de revient plus bas et d'un maniement plus facile.

Les gaz comburants, butane ou propane, sont également retenus permettant une réduction de la place perdue.

L'électricité enfin, qu'elle vienne de la caténaire ou qu'elle soit fournie par le diesel reste la solution de choix la plus moderne mais aussi la plus coûteuse.

II - Les cuisines

L'hygiéniste se doit tout d'abord de noter la déplorable proximité des cuisines et des toilettes en extrémité de voiture.

A - Le fourneau

est le plus souvent du type classique à charbon avec deux ronds à feu et un four. L'élimination des gaz de combustion pose des problèmes car elle est variable suivant la vitesse du train et la direction du vent. On a essayé d'éviter les refoulements par l'emploi de mitres en T orientables.

Les fourneaux à gaz comburants permettent aux cuisines de garder une température d'une relative fraîcheur. Ils sont propres. La chaleur fournie est immédiate uniforme et réglable. Seul est à craindre le risque d'explosion si par maladresse ou négligence le gaz s'échappait des réservoirs sans être allumé et s'accumulait dans les parties basses de la voiture du fait de sa densité élevée.

Le fourneau électrique constitue le matériel de choix.

B - Eviers et plonges

Leurs dimensions doivent être suffisantes et ils doivent être construits en matériaux non corrosibles, non poreux et faciles à nettoyer. L'acier inoxydable dont l'emploi s'est largement répandu semble être le meilleur matériau.

La vaisselle est habituellement nettoyée à la main, rincée puis essuyée au torchon. L'emploi de détergents et de mouillants est recommandé. Le rinçage est une nécessité. L'emploi de papiers spéciaux pour l'essuyage est une méthode intéressante mais qui n'est pas encore tout à fait au point. Elle éviterait le stockage de linge de cuisine et surtout permettrait une plus grande propreté, les torchons n'étant habituellement pas changés aussi souvent que leur état le réclamerait.

C - Blocs - Rangement

Le vieux proverbe "une place pour chaque chose et chaque chose à sa place" prend ici toute sa valeur et doit être suivi. Des études spéciales largement étayées sur des essais sur des erreurs montrent que certains changements dans la disposition des objets, disposition respectée par l'habitude, entraînent une amélioration des conditions de travail et d'hygiène ouvrant la voie au confort et à la sécurité. Il est utile de chercher des surfaces de travail plus grandes sous des éclairages mieux conçus.

Les blocs rangements pourront souvent être "suspendus". Un individu cherchant sur une planche un objet à hauteur de virage occupe moins de place qu'un sujet accroupi dans un passage étroit.

D - Réfrigération

Le problème a été étudié plus haut, la réfrigération électrique joignant l'avantage d'un encombrement moindre pour une capacité

accrue à celui d'une conservation réglable et sûre des aliments entreposés.

E - Elimination des déchets

L'eau des éviers part à la voie suivant le grand principe du tout à la voie.

Les déchets alimentaires sont retenus dans des caisses métalliques en acier galvanisé et vidées en fin de parcours. Un vide-ordure rudimentaire pourrait être installé, simple trou faisant communiquer une surface de travail avec la caisse à ordures, par un large tuyau s'adaptant sur la caisse. Le trou accepterait un couvercle qui rétablirait la continuité de la surface. On éviterait ainsi les odeurs de détritux et le risque de rejet à côté de la caisse des déchets susceptibles de pourrir, ignorés, ou d'alimenter des rongeurs.

En fait si l'on considère le peu d'espace disponible, la chaleur des fourneaux, les oscillations incessantes du train en marche, on reste étonné que des mets d'une telle qualité et en telle quantité puissent être préparés et servis.

III - Le restaurant

Le restaurant proprement dit est un compartiment de grandes dimensions pouvant contenir suivant le type une trentaine ou une cinquantaine de personnes.

Plusieurs "services" sont parfois effectués pendant un trajet.

L'aération est souvent insuffisante, l'air n'étant pas toujours renouvelé entre deux services. Le passager souffrira non seulement des mauxaises qui ont le confinement et l'élévation de température mais aussi risque de mal amorcer sa digestion, les poumons ne pouvant jouer leur rôle dans les échanges gazeux post-prandiaux.

L'éclairage par lampes à incandescence est trop brutal et ne donne pas l'impression de détente nécessaire.

La forme des sièges imposée par l'exiguité de la place disponible reste cependant discutable imposant une fatigue à la colonne lombaire.

Les repas doivent être variés, de goût agréable et de digestion facile. On évitera les viandes grasses et les viandes en sauce. Les poissons seront cuits au court-bouillon ou frits, les légumes cuits à la vapeur ou à l'étuvée seront servis avec du beurre frais. On évitera dans la mesure du possible les préparations altérables telles les abats, les hachis de viande, les pâtés, les crèmes.

La cuisine anglo-saxonne semble mieux se plier à ces obligations que la cuisine française. En fait les plats les plus appréciés sont souvent aussi les plus simples. Les boissons proposées sont : l'eau minérale en bouteilles capsulées ce qui résoud, dans un sens, le problème de l'eau de boisson, le vin en bouteilles individuelles d'un quart de litre, la bière. Le voyageur peut commander des infusions : café, thé. Des alcools apéritifs ou digestifs complètent la gamme.

IV - Le bar

Depuis quelques années les réseaux ont créé dans les trains des bars. Leur utilité est évidente dans la mesure où il restent ouverts entre les services de la voiture-restaurant.

Des repas froids peuvent y être servis, moins digestes peut-être que les repas chauds mais accessibles à toute heure. La plupart des aliments seront préconditionnés et protégés par des emballages appropriés. Ainsi les règles d'hygiène sont respectées et le service simplifié. Les boissons seront les mêmes qu'au restaurant.

Le bar permet de satisfaire le voyageur pressé ou dont la station de correspondance arrivera avant l'ouverture du restaurant. Il satisfait aussi celui qui n'ayant pas les moyens pécuniaires de

se nourrir au restaurant trouve là à des prix abordables une nourriture simple et saine, qu'il ne songera plus à emporter de chez lui, réduisant les déchets alimentaires dans les compartiments et améliorant le confort. Il permet enfin au voyageur de "se dérouiller" les jambes au cours d'un trajet qu'il trouve trop long donnant un but à ses pas, le long des couloirs.

V - La vente ambulante

Nous rattachons à la voiture-restaurant la vente ambulante dans le train.

Le système, dont nous ne discuterons pas la rentabilité nous paraît condamnable pour plusieurs raisons. D'abord il encombre le compartiment de détritibus et de bouteilles vides qui sont encore trop souvent jetées par les baies faisant courir des risques d'accident aux cheminots travaillant sur la voie. Ensuite il incite le voyageur à se nourrir sur place relançant ainsi une habitude rétrograde, polluant l'air d'odeurs alimentaires et entraînant souvent une déprédation du matériel qui est taché. La vente ambulante nous paraît indésirable dans les voitures à air conditionné. Elle devrait s'effacer devant l'extension des snack-bars.

TITRE III - CONCLUSIONS

Le chemin de fer reste, dans le monde moderne en incessante et rapide évolution un des plus sûrs et des plus économiques moyens de transport. Il participe de près ou de loin à la vie de chaque individu. Le médecin hygiéniste ne peut s'en désintéresser.

La sécurité dont l'évolution est parallèle à la vitesse a fait des progrès remarquables.

La conception de l'hygiène longtemps considérée comme d'importance secondaire s'est élargie et le confort prend aujourd'hui dans la construction des voitures une place de plus en plus grande en rapport avec l'élévation du niveau de vie.

Cependant des progrès restent à réaliser dans les domaines du conditionnement d'air, des WC-toilettes et des voitures-restaurant les solutions actuelles nous paraissant en retard sur l'évolution générale.

Vu, le Président de Thèse :

Professeur J. BOYER

Vu, le Doyen de la Faculté

Professeur L. BINET

Vu et permis d'imprimer

Le Recteur de l'Académie de Paris :

J. SARRAILH

BIBLIOGRAPHIE

- Documentation spéciale photographique (D.B.)
- LIPPL (E.) : Des mechanische Teil des neuen Einphasenwechsel =
strom - Hochleistungstriebzuges der Deutschen Bundesbahn -
Baureihe ET. 30
- Spring durch ein Jahrhundert (D.B.)
- Traus Europ Express - Dieseltriebzug der D.B. - Baureihe 11.5

CANADA

- C.N.R.
 - . Caméo
 - . Documentation spéciale - Traveller's security - Hygiène and
Confort
 - . Maintenance Régulation N° 291-291 (a) - 291 (6) "Service water
system on passenger cars" - Nov. 58
 - . Maintenance Régulation N° 236 (e) - 236 (f) - 236 (g)
Cleaning and désinfestation of passenger train cars - Nov. 58
- C.P.
 - . Autorail RDC Budd

ESPAGNE

- Características de los vehiculos en circulation por la Red Nacional de los ferrocarriles españoles, que se encuentran recogidas en las fichas de la U.I.C.
- Pliego de condiciones técnicas generales para el suministro de coches de viajeros y furgones - N° 3

FRANCE

- ARMAND L. - Préface - Ann. Fév. 1958
- BCHL G. - Confort américain et confort européen - SV 1952
- BOYAUX C. - Le chemin de fer d'aujourd'hui est moderne - Ann. Fév. 1958
- BOYER J. - Précis d'hygiène
- BOYER J. et STRUMZA M.V. - Précis d'hygiène aéronautique 1956
- CHEVALLIER P. - Entretien des voies et leur renouvellement - SV 1952
- DESOILLE H. - Médecine du Travail - 1956
- DEVAUX P. - Les chemins de fer 1949 -
- DIDIER R. - Eclairage et chauffage - SV 1952
- FABRE R. - L'air des locaux de travail 1943
 - Hygiène des transports par chemins de fer - Thèse 1947
- LA MOTTE - Le rail - la vie - Ses maladies - Transmondia - 1956
- LEJEUNE E. et TRIDUREAU M. - Rame spéciales - SV 1952
- Réglementation sanitaire internationale des Transports - 1956 -
- Revue Générale des chemins de fer
 - . Janv. P. 46 Les voitures métalliques dans un déraillement
 - . Oct. 1951 p. 480 Nouvelles recherches expérimentales sur l'isolation thermique des voitures.
 - . Sep. 1952 p. 412 Voitures pour voyageurs couchés dans les trains de pèlerinage.
 - . MAI 1953 - p. 295 - Les porte-bagages dans les voitures
 - . Jul. 1953 p. 421 - Modernisation des voitures à essieux de la région S.E.

- ut. 1953 p. 433 - Insonorisation des voitures de la S.N.C.F.
- . Jan. 1954 p. 9 - L'éclairage par lampes fluorescentes des voitures de la S.N.C.F.
- . Mai 1954 p. 233 - Voitures de chemins de fer construites en France pour le Moyen-Orient, l'Extrême-Orient et l'Afrique Noire.
- . Fév. 1955 p. 107 - Transformation par la S.N.C.F. d'anciennes voitures en voitures-fauteuils .£
- . Sep. 1955 p. 709 - Chauffage et ventilation des voitures - lits type P.
- . Oct. 1955 - p.761- Le chauffage des voitures de chemins de fer. Etudes et perfectionnements récents.
- . Jun. 1956 - p.287- Essais internationaux de chauffage de voitures
- . Jul. p. 355 - Le nouveau système de chauffage des voitures du chemin de fer Fédéral Allemand.
- . Déc. 1956 - p.597- La généralisation du conditionnement d'air sur les voitures du "Mistral".
- . Nov. 1957 - p.581- Une nouvelle voiture dite "pendulaire" destinée aux très grandes vitesses.
- p.644- Utilisation du caoutchouc dans le matériel de chemins de fer.
- ROCHEX, SEDALIAN, SOYER - Traité d'hygiène 1945
- ROMESTAIN P. - Le matériel voyageur - S.V. 1952
- S.N.C.F.
- . Nettoyage désinfection désinsectisation des voitures
- Instructions générales MT 24 f. N° 1 1946
- Notice technique MT 24 f. N° 2 1947
- . Eclairage et chauffage des voitures
- Instructions générales MT 25 g N° 2 1948.
- SONNEVILLE R. - La voie moderne à la française. SV 1952.
- Spécifications techniques des Grands Réseaux de Chemins de Fer.
- U.I.C. Bulletin de Documentation de l'Union Internationale des Chemins de fer.
- WALTER J. et BARJOT R. - La sécurité - S.V. 1952.

GRANDE-BRETAGNE

- GRAVES PIERCE, G.E.

Rail and air travel - Some problems of hygiene

(b) Some aspects of railway hygiene and their background Roy. Soc.

From Health J - 1956 - p. 76, 474 - 481.

- NOCK, O.S.

Railways of Britain

ITALIE

- Ministero delle comunicazioni - Ferrovie dello Stato. Direzione
Générale. Ufficio sanitario centrale

Regolamento sulla profilassi delle malattie infettive nell'ambito
ferroviario - Norme de applicazione - Istruzioni teorico - pratiche
per il servizio delle disinfezioni e disinfestazioni - Roma 1942 -

- Dott. ERMANNO PAFI

Studio sul condizionamento dell'aria negli elettrotreni - Extrait de :
Ingegneria ferroviaria - N° 2 Feb. 1954

PAYS-BAS

- Hygiène du chemin de fer - 1957 - mémoire rédigé par des étudiants
néerlandais sur les indications du Pr. K.C. WINKLER - Professeur de
Bactériologie à l'université d'Utrecht.

SUEDE

- Vagntekniska bestämmelser -

Avd. Rp - Rengöring av personvagnar, instruktion för taagstäderska
och smittrening av personvagnar. Statens Järnvägars Författningssamling
Särtryck 455 Rp (185, 254 Rp) Nov. 56

→ Dr. GOSTA GÖTHLIN - SJ. Sundhetsinspektör Stationär Järnvagshygien

U.S.A

- American Society of Heating and ventilating Engineers - Baltimore 1934
- Association of American Railroads.

Joint committee on railway sanitation, Sanitation research project

- . An inquiry into the public health hazards of sewage disposal from railway conveyances
Kenneth F. Maxcy - New-York - Nov. 46
A.A.R. Technical Report N° 2
- . Report on an investigation into the use of railway passenger car toilets and the nature and quantity of toilet wastes
New-York - MAR. 47 -
A.A.R. Techn. Rep. N° 3
- . Report on an investigation into the use of railway passenger car toilets and the nature and quantity of toilets wastes -
Transcontinental service New-York - DEC 47
A.A.R. - Techn. Rep N° 4
- . Disposal and treatment processes for sewage wastes from railroad passenger cars.
Baltimore - NOV 49 -
A.A.R. - Techn Rep N° 8
- . Retention of Sewage wastes from railroad passenger cars
Baltimore - Ja., 50
A.A.R. - Techn Repo N° 7
- . A study of railway passenger traffic and its relation to quantities of toilet wastes
Baltimore - Fév. 50
A.A.R. - Techn Rep. N° 5

- . Bactériological studies of the effects of human wastes from passenger-carrying cars on railroad right of way

Baltimore - MAR. 50

A.A.R. - Techn Rep N° 6

- Public Health Reports

- . LONG, R.P. and LEVIN, G.V.

Pullman city sanitation - 1954 - p.69

- . MEGONNELL, W.J. and GARTHE, E.C.

Dining car sanitation in United States - 1955 - p. 70

- US. Public Health. Service

- . Division of sanitation

Handbook on sanitation of dining -cars in opération

Standards of sanitation for opération and maintenance of food and drink service facilities on railroad passenger cars.

Washington 1951 - PHS N° 83

- . Division of sanitary Engineering services

Handbook on sanitation of railroad passenger car construction.

Standards of sanitation applicable to the construction of railroad passenger and dining cars.

Washington - 1957 - PHS N° 95

- . Division of Sanitation

Hand book on sanitation of railroad servicing areas

Design and opération of sanitation facilities for servicing railroad passenger cars.

Washington 1951 - PHS N° 66.

